

SÉRIE V . VOLUME 4/5

O ARQUEÓLOGO PORTUGUÊS



MUSEU NACIONAL DE ARQUEOLOGIA
IMPRESA NACIONAL

LISBOA, 2014-2015

Porque é que a arte do Coa se concentra na margem esquerda? Condicionantes geológicas e ambientais para a formação e conservação dos suportes artísticos do Vale do Coa

Why is the Coa River Valley rock art mainly located on the left bank? Geological and environmental constraints for the rock art panels' formation and preservation

THIERRY AUBRY*, LUÍS LUÍS** LUCA DIMUCCIO***

RESUMO

A atual distribuição espacial da arte rupestre ao ar livre do Vale do Coa (nordeste de Portugal) mostra uma clara concentração na margem esquerda do rio. De forma a explicar esta especificidade foram analisadas as condicionantes geológicas e ambientais para a formação e preservação das superfícies rochosas (painéis) que serviram de suporte à arte rupestre. A estrutura geológica regional foi analisada e interpretada através de uma abordagem multiescalar (desde uma escala regional até à escala dos afloramentos), tendo sido observados e descritos mais de 900 painéis rochosos (geralmente diáclases), gravados e não gravados. O objetivo consistiu em reconstituir os processos naturais que permitiram a formação dos suportes rochosos típicos desta arte e identificar os fatores que concorreram para a sua conservação. Tendo em conta estas condicionantes, observadas e analisadas no terreno, foi desenvolvido um modelo preditivo para a formação e preservação dos painéis gravados do Vale do Coa com recurso a um sistema de informação geográfica. Este modelo permitiu uma melhor compreensão da distribuição atual da arte rupestre do Coa, projetando esse conhecimento para áreas contíguas e

* Fundação Côa Parque, Rua do Museu, 5150-610 Vila Nova de Foz Coa, Portugal. *E-mail*: taubry@sapo.pt.

** Fundação Côa Parque, Rua do Museu, 5150-610 Vila Nova de Foz Coa, Portugal. *E-mail*: lsimoel@hotmail.com.

*** Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT), Colégio de S. Jerónimo, Universidade de Coimbra, 3004-530 Coimbra, Portugal. *E-mail*: luca@ci.uc.pt.

ainda não prospectadas intensivamente. A verificação deste modelo no campo e a descoberta de novos painéis gravados a partir dele definem-no como uma valiosa ferramenta, não apenas para a investigação arqueológica, ao nível do registo e da interpretação, mas também para a gestão do património artístico rupestre da Zona Especial de Proteção do Vale do Coa, inscrito na Lista do Património Mundial da UNESCO.

Palavras-chave: Arte rupestre – Paleolítico Superior – Conservação – Modelos preditivos – Sistemas de Informação Geográfica

ABSTRACT

The spatial distribution of the open air rock art known today along the Coa Valley (Northeast Portugal) denotes a clear concentration along the left riverbank. In order to explain this specific occurrence, the geological and environmental constraints for the preservation of the rock art supports have been analysed. Regional geological structure was studied and interpreted through a multi-scalar approach (from regional setting to individual outcrops), where more than 900 natural rock panels (mainly joint-fractures), with and without rock art, were observed and described. The goal was to reconstruct the natural processes contributing for the formation and preservation of the rock art supports. Having the identified constraints in mind, a predictive model for the formation and preservation of Coa Valley panels was developed with the aid of a Geographic Information System. This model allowed a better understanding of the Coa Valley rock art present-day distribution, projecting this knowledge to contiguous areas not yet systematically surveyed. Field verification defines the model as a valuable tool, not only to guide archaeological research in terms of record and interpretation, but also for the management of the Coa Valley heritage, inscribed in the UNESCO's World Heritage List.

Keywords: Rock art – Upper Palaeolithic – Conservation – Predictive models – Geographic Information Systems

1. PROBLEMA

«Thus, it can be expected that situations with satisfactory preservation of evidence might constitute a very biased 'sample' of the totality which they are to represent. For the Upper Pleistocene subperiod, cave sites probably constitute an analogously biased sample. It is difficult at present to assess the importance of such environmental bias in the evidence, but it has to be kept in mind.»

Isaac, 1968, p. 255

Uma questão recorrente no estudo da arte do Vale do Coa (por ex.: Fernandes, 2012, e debate *in* Sanches, 2012) reside no facto de, com raras exceções, as suas gravuras se concentrarem sobretudo na margem esquerda do rio, estando maioritariamente ausentes da margem direita. Para esta pergunta tem-se geralmente apresentado respostas relacionadas com uma presumida «intenção» dos autores da arte paleolítica em escolher exatamente os sítios onde encontramos hoje a sua arte (Baptista e García Díez, 2002; Fernandes, 2012 e 2014). Sugeriu-se mesmo uma eventual semelhança com os monumentos megalíticos, cujos construtores orientaram para Nascente (Caninas *in* Sanches, 2012, p. 129). Estas explicações defendem que a sua distribuição decorre simplesmente de uma escolha cultural, rejeitando *a priori* fatores naturais para explicar parte desta realidade arqueológica. Tal interpretação radica na consideração de que a «taxa de conservação das gravuras da arte do Coa é globalmente excelente» (Reis, 2012b, p. 55).

Questiona-se até porque é que, de um total de vários milhares de afloramentos rochosos que existiriam durante o Paleolítico Superior na região, apenas cerca de mil tenham sido selecionados para gravação. A resposta reside numa «deliberate culture-oriented choice of outcrops perhaps because of 'idiosyncratic' quali-

ties of the selected outcrops seen at the time», sugerindo-se uma lista hipotética de qualidades dos afloramentos, como tom, textura, proeminência, existência de fraturas e mesmo a orientação da vertente (Fernandes, 2014, p. 7-8). Consideramos que esta conceção reflete uma perspetiva «fixista», que defende que todos os painéis hoje conhecidos (gravados e não gravados) estariam já disponíveis durante o Plistocénico Superior com o mesmo estado da superfície. Assim, o que vemos na atualidade corresponderia ao que sempre existiu.

Foi este debate que motivou uma investigação orientada para a resposta das seguintes questões, que subjazem à interpretação da atual distribuição da arte do Coa: 1) Quais os processos naturais que permitiram a formação dos suportes rochosos típicos desta arte?; 2) Que fatores concorreram para a sua conservação?

Só depois de definidos os vários fatores suscetíveis de estar envolvidos neste processo, bem como o seu faseamento, poderemos partir para interpretações relativas à distribuição da arte rupestre do Vale do Coa, tal como a conhecemos hoje, e para a sua gestão futura, sem o risco de estarmos a tomar por totalidade pré-histórica original o que podemos observar hoje.

Por outro lado, questiona-se também sobre se, sendo identificadas condicionantes naturais ou ambientais para a atual distribuição da arte do Coa, será possível validar essas conclusões através da definição de um modelo, que, sendo válido, permitirá prever a localização de novos painéis gravados e orientar a contínua prospeção que vem sendo levada a cabo (por ex.: Reis, 2012a, b).

Da investigação que tem vindo a ser realizada resultou já uma primeira publicação, onde foram apresentados os seus primeiros resultados (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012). Partindo de uma análise estrutural de toda a região do Baixo Coa, esta primeira abordagem do problema incidiu sobre a zona compreendida entre a confluência do rio Coa com o rio Douro e o núcleo da Ribeira de Piscos, e, cronologicamente, na arte rupestre tardiglacial. Em termos de núcleos de arte principais, ficaram então de fora os núcleos ribeirinhos da Quinta da Barca, Penascosa e Faia. Todos estes núcleos se distinguem dos restantes ao nível dos respetivos contextos geológicos e geomorfológicos. Os núcleos da Quinta da Barca e Penascosa ocupam a área mais aberta do curso final do rio Coa, numa formação metassedimentar distinta (Formação de Pinhão) das restantes (Formação de Desejosa). Já o núcleo da Faia sai do âmbito dos xistos e integra-se nos granitos, numa área de vale profundamente encaixada. Importará agora aplicar a metodologia então definida a uma das áreas principais de distribuição conhecida da arte do Coa, incluindo dois dos mais importantes núcleos de arte rupestre da fase pré-magdalenense do Coa (Santos, 2012), principalmente, e para a questão em apreço, a Penascosa, o mais importante núcleo rupestre da margem direita.

2. BIOGRAFIA DAS ROCHAS DO COA

A arte rupestre é o resultado da ação humana perpetuada sobre a rocha, através da adição ou remoção de materiais (Lorblanchet, 1995). É inegável que na base de quaisquer grafismos rupestres está uma vontade e uma escolha (não necessariamente individuais), mas será necessário muito mais do que isso para que essa vontade se materialize (disponibilidade e qualidade do suporte) e perdure (condições de preservação).

Assim, para melhor compreendermos como a arte rupestre do Vale do Coa chegou até nós, será necessário, em primeiro lugar, definir o seu suporte e a sua evolução, iniciada há mais de 500 milhões de anos, no quadro da qual a ação humana intervém numa das suas últimas fases (quadro 1).

| Tempo | Eventos | Arte do Coa |
|-----------------|--|---|
| 1 540-500 Ma | Composição Formação da rocha precursora Litologia pelítica, quartzo-feldspática ou calco-silicatada em função do respetivo ambiente | Início do processo de formação dos suportes gráficos |
| 2 320-280 Ma | Zonação metamórfica Tectónica hercínica Intrusão dos granitos Metamorfização | Definição das características petrográficas e dos planos de xistosidade |
| 3 280 Ma | Faturação Tectónica tardi-hercínica Definição da tectónica regional com desligamento esquerdo de direção NNE-SSW | Definição da orientação das superfícies |
| 4 | Preenchimento hidrotermal Preenchimento das fraturas hercínicas por filões e massas | Revestimento de algumas diáclases que impossibilita a sua gravação |
| 5 65-2 Ma | Erosão Peneplanção (formação da Meseta ibérica) Cobertura detritica (preenchimento do graben de Longroiva) | |
| 6 2-0,025 Ma | Encaixe da rede fluvial Exposição das diáclases Depósitos de vertente e fluviais Início da alteração biogeoquímica | Exposição dos painéis |
| 7 0,025 Ma | Fase antrópica Gravação das diáclases expostas Continuação da alteração biogeoquímica | Gravação e evolução dos suportes |
| 8 Hoje... | | |

Quadro 1 – Cronograma da formação e evolução das superfícies rochosas do Vale do Coa.

2.1. Formação

Aquilo que geralmente se define como arte do Coa distribui-se ao longo de ambas as margens dos cerca de 20 quilómetros finais do rio Coa e em volta da

sua confluência com o Douro. Na sua esmagadora maioria, os grafismos surgem inscritos em superfícies verticais dos xistos do Supergrupo Dúrico-Beirão (anteriormente conhecido por Complexo Xisto-Grauváquico), inseridos nas formações de Desejosa e de Pinhão (Penascosa e Quinta da Barca) (Sousa, 1982). O núcleo mais a montante do conjunto considerado aparta-se desta caracterização, ao localizar-se em contexto granítico (Granito da Ribeira de Massueime) (Silva e Ribeiro, 1991) e num abrigo.

Os xistos do Supergrupo Dúrico-Beirão formaram-se durante o Pré-Câmbrico e o Paleozoico, em ambientes sedimentares distintos (fluviais, costeiros e submarinos) e a diferentes profundidades (Ribeiro, 2001), já descritos em pormenor (Ribeiro, 2001; Silva e Ribeiro, 1991).

Estes sedimentos precursores irão sofrer um processo de deformação dúctil e de metamorfização, cujas associações mineralógicas e graus de metamorfismo se encontram estabelecidos (Silva e Ribeiro, 1991). É durante o processo de metamorfização que se formam as clivagens xistentas, ou xistosidade, um dos planos de descontinuidade estrutural dos afloramentos rochosos da região que importa aqui discutir (fig. 1b). A outra estrutura fundamental para a realização e conservação da arte rupestre do Coa são os planos de diáclase, referidos vulgarmente na literatura arqueológica como «painéis» e localmente como «testas» (García Díez e Luís, 2003).

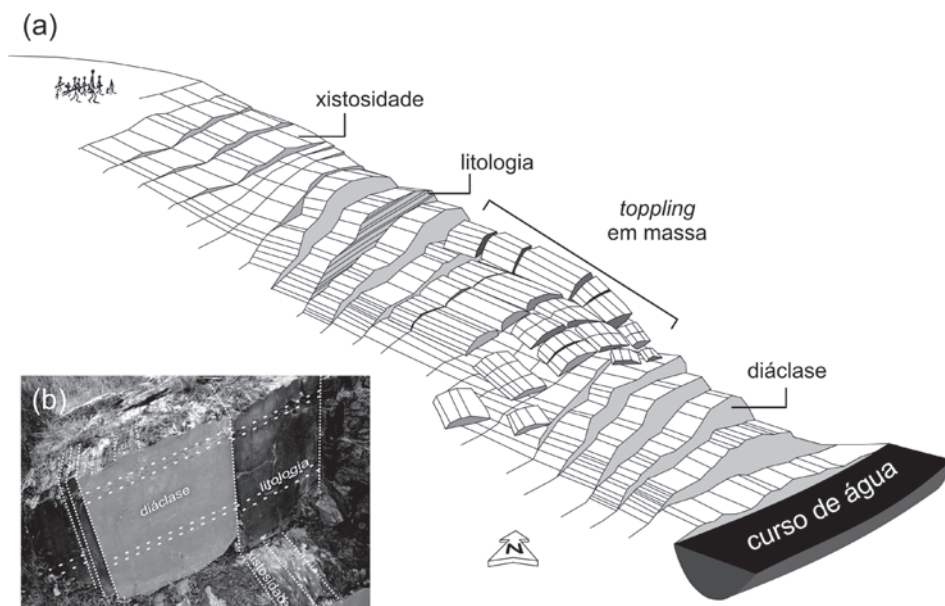


Fig. 1 – Descontinuidades e evolução nos maciços do Vale do Coa. a) Esquema teórico da relação entre vertente e exposição dos painéis (com exemplo de *toppling em massa*), como o resultado da conjugação da atitude das superfícies das diáclases, da xistosidade, da orientação da vertente e dos cursos de água. b) Planos de descontinuidade nos maciços rochosos do Vale do Coa (modificado a partir de Aubry, Luís e Dimuccio, 2012).

Estes planos tiveram origem nos últimos movimentos associados ao campo de tensões hercínico (Silva e Ribeiro, 1991). A estrutura mais notável que atravessa a área em estudo é o segmento da Vilariça (VFZ), parte da maior estrutura tectónica do NE de Portugal, a falha Manteigas-Vilariça-Bragança, com orientação NNE-SSW (fig. 2). A VFZ exibe um deslizamento esquerdo e tem sido considerada de cronologia tardivarisca (Arthaud e Matte, 1975; Jabaloy, Galindo-Zaldívar e González-Lodeiro, 2002; Ribeiro, 1974, 1981; Ribeiro, Lautensach e Daveau, 1991, Ribeiro et al., 1996; Silva e Ribeiro, 1991), sucessivamente reativada durante a Orogenia Alpina, o que é comprovado pelos deslocamentos que afetam a cobertura sedimentar cenozoica e os desvios da rede hidrográfica quaternária (Cabral, 1985, 1995; Marques, Mateus e Tassinari, 2002; Rockwell et al., 2009; Vicente et al., 2011).

De forma a definir em pormenor a influência estrutural e cinemática na formação de painéis de arte rupestre na área em apreço desenvolvemos uma metodologia de tipo multiescalar. Em primeiro lugar, recorreu-se à análise visual e automática de alinhamentos a partir de imagens de satélite (fig. 2), com vista

à deteção da estrutura geológica, cuja metodologia foi já por nós exposta em pormenor em Aubry, Luís e Dimuccio (2012). A análise da estrutura geológica regional foi posteriormente integrada com uma escala mais pormenorizada, através da observação no campo de 11 setores de vale fluvial (vertentes), com a caracterização (azimute, pendor e direção do pendor) e georreferenciação de



Fig. 2 – Mapa de alinhamentos na área de estudo detetados a partir da análise de imagens de satélite e complementados por trabalho de campo. VFZ = Zona de falha da Vilariça (a); diagrama de roseta com classes de intervalos de 10 graus e uma população de 705 mostrando a distribuição estatística da frequência da orientação dos alinhamentos da área de estudo (b); diagrama de roseta com classes de intervalos de 10 graus e uma população de 200 mostrando a distribuição estatística da frequência da orientação dos alinhamentos da área da Quinta da Barca/Penascosa (c); organização das estruturas associadas a um corredor de deslizamento esquerdo com direção NNE-SSW (a VFZ) para a área de estudo. R = fraturas riedel sintéticas; R1 = fraturas riedel antitéticas; N = falhas normais; F = eixo de dobra; RF = falhas inversas; P = fraturas riedel sintéticas secundárias; T = fraturas de tensão; setas negras curtas = sigma 1 (eixo de compressão máxima); setas cinzentas curtas = sigma 3 (eixo de distensão máxima) (d) (modificado a partir de Aubry, Luís e Dimuccio, 2012).

um total de 713 diáclases, 155 delas apresentando gravuras. Em virtude da área do primeiro estudo se ter circunscrito à Formação de Desejosa, este conjunto de dados foi entretanto completado com a realização de 233 novas medições em 7 novos setores do vale inseridos nas formações de Pinhão e de Rio Pinhão (fig. 2).

As fraturas identificadas formam conjuntos regulares, planares e subparalelos, tendencialmente subverticais, de estruturas abertas de tipo Modo I (diáclases) (Hancock, 1985). As orientações dos alinhamentos observados à escala regional estão igualmente presentes a uma escala mais pormenorizada, com direção NE-SW e N-S. A análise da distribuição estatística da frequência dos alinhamentos demonstra que a orientação mais frequente é de direção NNE-SSW, com quatro orientações secundárias: ESE-WNW, NE-SW, N-S e ENE-WSW (fig. 2). A distribuição espacial dos alinhamentos indica que a direção geral dos conjuntos de diáclase é NNE-SSW na zona oeste da área de estudo e NE-SW na área central e este (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012). Estas orientações são geralmente subparalelas às falhas principais que identificam, à escala regional, a zona de falha da Vila-riça (VFZ), com desligamento esquerdo de sentido NNE-SSW. Os novos dados de campo agora obtidos vêm confirmar a integração da área da Quinta da Barca e Penascosa, na Formação de Pinhão, no quadro da estrutura cinética já definida para a área da Foz do Coa (fig. 2d).

2.2. Exposição

O relevo da área de estudo apresenta uma topografia irregular, ligada essencialmente à tectónica frágil e à erosão diferencial relacionada com o encaixamento do rio Douro e dos seus afluentes da margem esquerda. Geomorfologicamente, a área localiza-se na zona norte da chamada Meseta Ibérica, limitada a oeste pelo alinhamento tectónico de Manteigas-Vilariça-Bragança, que é composta pela justaposição de extensas superfícies de peneplanação, datadas do Cenozoico (Cunha e Pereira, 2000; Ferreira, 1978; Pereira, 1997; Ribeiro, Lautensach e Daveau, 1991; Santos, 2005).

Contrariamente ao já afirmado (Bednarik, 1995), o processo de encaixamento do Vale do Coa não é geologicamente recente, tendo revelado painéis no fundo do vale atual com uma exposição datada de entre 16 000 e 136 000 anos (Phillips et al., 1997). O encaixe fluvial foi condicionado pela estrutura tectónica descrita, provocando a progressiva exposição das superfícies de diáclase nas margens opostas dos cursos de água, expostas tanto para SE como para NW. Esta exposição, condicionada pela tectónica frágil, explica a ausência de quaisquer superfícies de diáclase voltadas para N, S, NE, SW, E e W em toda a área do Baixo Coa, o que constituiu uma limitação no leque de escolhas culturais para gravação.

A confrontação das direções medidas no terreno com a inclinação das vertentes indica que as áreas de maior densidade de superfícies rochosas tendem a

corresponder às vertentes com a mesma orientação das diáclases (fig. 1a), mas não exclusivamente. A justificação para esta correlação tem uma simples explicação física no facto de que as forças gravitacionais, impostas à compartimentação externa durante o encaixamento (*toppling*), correspondem a esta situação particular. Pelo contrário, vertentes voltadas a NE e SW não expõem as diáclases, mas a xistosidade, que se desenvolve no plano NW-SE, isto é, orientadas subperpendicularmente ao sistema de fraturas. A descontinuidade da xistosidade é preferencialmente afetada por crioclastia, alimentando os depósitos de vertente, que cobrem o substrato rochoso, evidenciados nas sequências sedimentares conservadas nos sítios que contêm os vestígios do Paleolítico Superior do Vale do Coa (Aubry et al., 2010). Esta situação não é pois favorável à exposição de painéis, sendo raros e profundamente erodidos os grafismos atualmente conhecidos nos planos de xistosidade (todos posteriores ao século XVIII, como, por exemplo, Canada do Inferno 7, 9 e 44). Assim, a exposição de painéis verticais de xisto neste sistema é controlada por duas variáveis distintas: a direção das vertentes e a orientação das diáclases.

Em algumas áreas restritas de vertente (por ex.: Vale de José Esteves e Foz do Coa), as forças da gravidade afetam largos compartimentos de cerca de 10 000 a 20 000 m², gerando o que apelidamos de *toppling* em massa (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012). Nestas áreas, as superfícies de diáclase não são observáveis e o substrato rochoso encontra-se coberto por depósitos de vertente resultantes de deslizamentos em massa, que foram frequentemente explorados para a construção de muros de pedra que sustentam terraços cultivados (fig. 1). Não foi ainda possível encontrar argumentos para determinar a(s) cronologia(s) deste fenómeno.

Foi entretanto afirmado que existem painéis gravados com orientações distintas às que medimos, classificando o nosso estudo de parcial (Fernandes, 2014, p. 101). Importa pois esclarecer que, como acima referido, foi por nós realizado um estudo geológico estrutural sobre todo o Baixo Coa (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012, e fig. 2). À escala do terreno, registámos, numa primeira fase, a atitude de 713 superfícies de diáclase (azimute, pendor e direção do pendor, em graus)¹ em 11 áreas distintas de vertente. Com a continuação dos trabalhos, que agora apresentamos, esse número atinge já as 946 superfícies, desde a Foz do Coa até à Penascosa/Quinta da Barca. Durante todo este trabalho de campo não nos foi possível identificar uma única diáclase de Modo I que não esteja de acordo com a estrutura definida pelo desligamento esquerdo de sentido NNE-SSW da VFZ, com a exceção de superfícies de falha e de blocos fora da sua posição original. As orientações das superfícies de diáclase e das vertentes não são necessariamente coinci-

¹ Esta é a forma objetiva e mensurável para definir, descrever e comparar a atitude de planos de descontinuidade, consensual nos estudos de geologia estrutural.

dentes: se a tectónica regional determina a atitude das superfícies de diáclase, ela condiciona apenas a orientação das vertentes. Assim, na estrutura definida com uma orientação dominante NE-SW, numa vertente voltada a este, as superfícies de diáclase estarão sempre expostas para SE e não para a este.

2.3. Intervenção humana

Será pois neste contexto e no quadro da estrutura tectónica definida que a ação humana intervém através do registo em algumas destas superfícies dos grafismos do Vale do Coa. A arte do Coa preserva-se sobretudo nas superfícies de fratura verticais, ou subverticais (média de 82,3° com desvio padrão de 8,3°), por vezes em contradectivo. Raríssimos são os casos onde se preservam grafismos em superfícies sub-horizontais, nomeadamente na rocha 6 do Vale do Forno e em algumas das rochas do Vale da Casa, hoje submersas (Baptista, 1983), todos eles de cronologia proto-histórica ou histórica.

A partir deste momento levanta-se verdadeiramente a questão inicial. A orientação dominante das diáclases (NNE-SSW) e a sua exposição através do encaixe dos rios, por ela condicionado, permitiria objetivamente a gravação em ambas as margens dos cursos de água. Terão as sociedades paleolíticas optado pela gravação quase exclusiva numa das margens (esquerda) e com uma orientação dominante (SE)? Ou essa realidade que hoje verificamos será o resultado de um crivo seletor e não representativa da totalidade das ações humanas?

Foi já atestado que a fase pré-magdalenense (> 20.000 cal BP), datada a partir dos resultados da escavação da rocha 1 do Fariseu (Aubry e Sampaio, 2008; Aubry, Santos e Luís, 2014; Mercier et al., 2006), e que constitui o primeiro momento de gravação reconhecido (Santos, 2012), se inscreve em painéis localizados sobretudo no limite entre as vertentes rochosas e a planície aluvial. A análise geoarqueológica, o conteúdo arqueológico e os resultados da datação OSL, TL e ¹⁴C da sequência do Fariseu, que cobria um painel gravado durante esta fase, demonstram que os afloramentos rochosos foram afetados por processos crioclásticos, sobretudo durante os dois eventos frios do Tardiglacial (18.000-16.000 [H1] e c. 12.000 cal BP [H0]), tal como já teoricamente sugerido (Rebelo e Cordeiro, 1997). Isto significa que os painéis gravados estiveram (e alguns ainda estarão) cobertos por depósitos aluviais e coluviais na zona final da bacia hidrográfica do Coa (Aubry et al., 2010).

Esta realidade distingue-se com clareza da situação da arte paleolítica posterior ao último Máximo Glacial, estilisticamente idêntica à arte móvel recuperada na UE 4 do Fariseu (Santos, 2012), datada por termoluminescência e radiocarbono de entre 10.800 e 12.400 cal BP (Aubry e Sampaio, 2008; Aubry, 2009; Aubry et al., 2010; García Díez e Aubry, 2002). Os painéis desta fase localizam-se não apenas no limite da planície aluvial, mas particularmente ao longo das

vertentes da zona final do rio Coa e da sua confluência com o Douro, formando aglomerações ao longo de ambos os rios e seus afluentes, sobretudo na margem esquerda e voltados para sudoeste (Baptista e García Díez, 2002). Esta localização, aglomeração e orientação preferenciais têm vindo a ser interpretadas como reflexo da escolha dos artistas (Baptista e García Díez, 2002; Fernandes, 2012).

Deixando de lado as representações artísticas atribuídas à Pré-história Recente, que pela sua raridade e questões específicas de preservação, se apartam da restante arte rupestre do Coa², importa comparar a distribuição da arte paleolítica do vale com o importante conjunto proto-histórico, que recorre ao

mesmo tipo de suportes e técnica. É assim relevante notar que os grafismos plistocénicos (sobretudo os tardiglaciares) partilham em grande medida os mesmos espaços dos grafismos proto-históricos (fig. 3c), não apenas ao nível das áreas de concentração («núcleos de arte»), mas também das próprias superfícies. Em apenas dois núcleos com representações paleolíticas não se identificam motivos sidéricos (5% do total), Canada do Inferno e Quinta da Barca, que correspondem a dois dos principais núcleos da fase pré-magdalense. Já se tivermos em conta as aglomerações de moti-

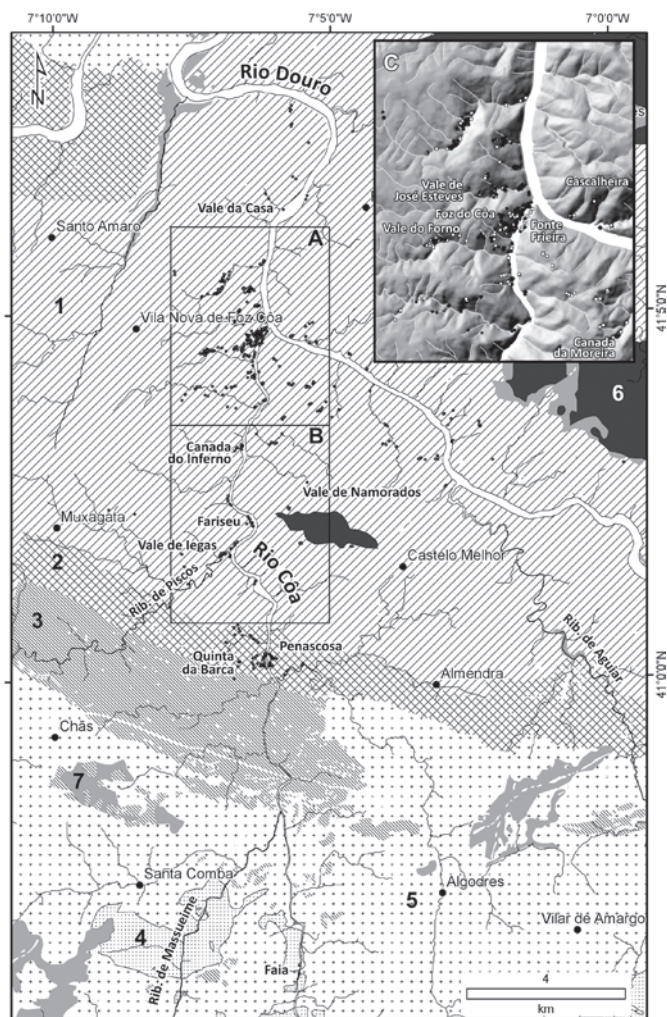


Fig. 3 – Localização dos painéis com motivos paleolíticos e sidéricos, com indicação da área do primeiro modelo preditivo (A) e da sua validação externa (B), no seu contexto geológico: 1) Formação de Desejosa; 2) Formação de Pinhão; 3) Formação de Rio Pinhão; 4) Granito da Ribeira de Massueime; 5) Outros granitoides hercínicos; 6) Xisto e quartzito ordovícicos; 7) Arenitos e conglomerados terciários e quaternários. C) Zona A com indicação da localização dos painéis com motivos paleolíticos (círculos pretos), sidéricos (quadrados brancos) e de ambos os períodos (diamantes brancos).

² Os grafismos atribuíveis aos diferentes momentos da Pré-história Recente incluem também pintura e localizam-se preferencialmente em zonas abrigadas, não exclusivamente xistosas, mas também graníticas e quartzíticas.

vos proto-históricos, verificamos que apenas 17 % delas não partilham o mesmo espaço com motivos paleolíticos³ (dados calculados a partir de Reis, 2012b, quadro 1). Esta partilha de espaço chega mesmo ao nível do painel, onde 15 % dos motivos paleolíticos coexiste com motivos sidéricos e 21 % destes coexistem com motivos da Pré-história Antiga (dados calculados a partir de Reis, 2012b, p. 23).

Entendendo nós que toda a arte é um reflexo da sociedade no contexto da qual foi produzida, será difícil justificar que tão distintas sociedades pudessem atingir uma tal convergência de critérios culturais na escolha dos mesmos locais para gravação. Esta convergência revela-se de forma não pontual (*pace* Reis, 2012b, p. 22). Sendo assim, descartando a exclusividade de «critérios culturais», será fundamental determinar os critérios de disponibilidade de suporte e de evolução pós-gravação para explicar a atual distribuição da arte do Coa.

2.4. Evolução pós-gravação

Depois da disponibilização de superfícies e da sua gravação, ou não, inicia-se o processo natural de degradação. Estes processos são de natureza complexa e incluem componentes *biogeofísicoquímicas*.

2.4.1 Processos eminentemente geológicos

Em termos geológicos e à escala da vertente, o principal agente de destruição é a gravidade, que gradualmente produz a separação de blocos, ao expor as diáclases (*toppling*) (Rodrigues, 1999). Este processo ocorre geralmente ao nível do painel, afetando sobretudo as suas zonas superiores, mas durante os trabalhos de campo pudemos observar que se pode igualmente verificar à escala da vertente.

Ao nível da superfície da diáclase, outros processos se desenvolvem, colocando em causa a sua integridade. A xistosidade, desenvolvida durante o processo de metamorfização, é uma das áreas de maior fragilidade, facilitando a erosão por fratura e exfoliação, que afeta sobretudo as áreas exteriores e laterais dos painéis verticais. Os mesmos processos de perda de material ocorrem ao longo das camadas estratigráficas menos coesas, nomeadamente os níveis pelíticos.

A perda de placas é uma outra forma de erosão das superfícies de diáclase (fig. 4a). Este mecanismo foi interpretado como a consequência de uma debilidade mecânica não especificada, atuando por baixo da superfície do plano de fratura (Rodrigues, 1999). À escala centimétrica, observou-se, num perfil realizado numa destas superfícies, uma descontinuidade que poderá corresponder a um plano de estilólitos tectónicos, subparalelos à superfície da diáclase. Trata-se de um fenómeno bem documentado nas rochas carbonatadas, mas

³ Excluimos desta contagem as rochas isoladas.

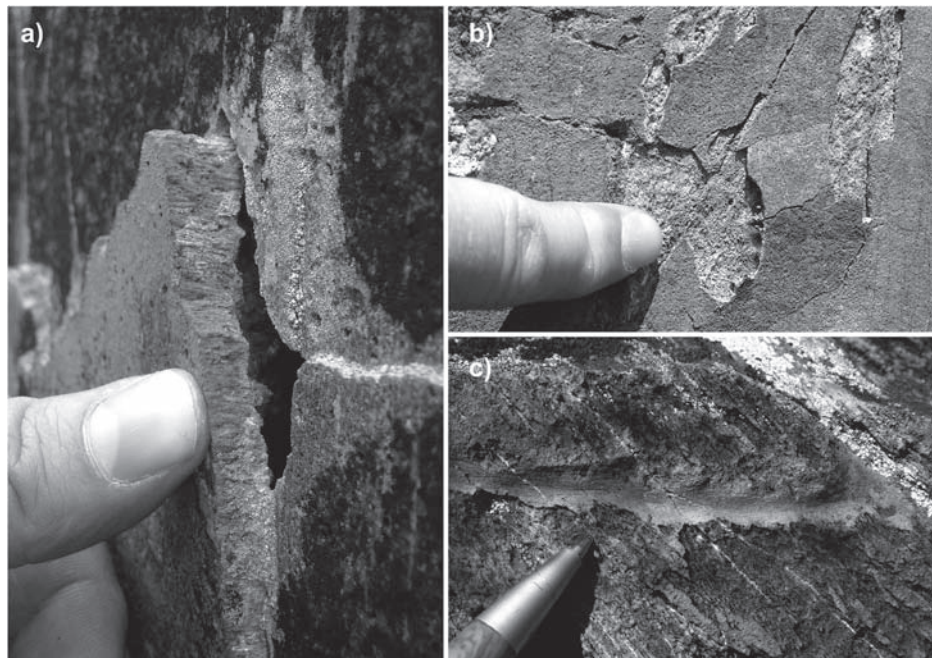


Fig. 4 – Exemplos extremos de erosão diferencial nas superfícies de diáclase: a) Perda de placas com escala centimétrica; b) Perda de placas à escala milimétrica; c) Preservação de sulco gravado por abrasão com destruição da superfície de diáclase não gravada (Quinta da Barca 29).

pouco conhecido em metassedimentos, que terá origem durante o processo de compressão, ao criar um plano que se irá fragilizar pela dissolução de minerais ao longo da sua superfície. Já a perda de placas à escala milimétrica terá uma origem distinta (fig. 4b). Tendo em conta que os processos de erosão provocam a formação de cimentos com componentes como a sílica, que endurecem por vezes superficialmente a rocha (Pope, 2000), propôs-se que este processo de formação de películas sílico-metálicas, que ocorre após a exposição das diáclases, seja responsável pela preservação destas superfícies e das representações nelas inscritas (Zilhão, 1995; Dorn, 1997; Pope, 2000; Chauvière et al., 2009). A perda destas placas com espessura milimétrica derivará assim do diferencial de consistência entre a superfície exterior do painel, que se encontra sob a influência destas películas, e a parte interior. Nenhum destes processos poderá ser confundido com a perda de volumes motivada pela proximidade de duas diáclases subparalelas.

As películas identificadas nas superfícies de diáclase do Vale do Coa em lâminas delgadas, compostas por sílica e alumínio (Dorn, 1997), mas também argila, ferro e titânio (Chauvière et al., 2009), foram interpretadas como sendo formadas através da migração destes elementos desde o interior do afloramento para a superfície do painel, atuando como um verniz que preserva a superfície e a arte

nela inscrita. Sendo assim, poderíamos ser levados a supor que a gravação, operando uma remoção desta película, aceleraria a erosão das superfícies. Este parece ser aliás um dos fundamentos do método de datação da microerosão (Bednarik, 1995). Para além da microerosão não se operar a um ritmo regular e não ser diretamente correlacionável com o tempo (Pope, 2000), o ato de gravação, ainda que removendo a película, reinicia o processo da sua formação. Esta é a base do método de datação direta das partículas de matéria orgânica capturadas no seu interior, tentado sem êxito no Vale do Coa, em virtude destas formações serem contextos abertos (Zilhão, 1995; Watchman, 1996; Dorn, 1997).

Pelo contrário, no caso da abrasão, a própria ação de gravação poderá concorrer para a preservação das superfícies gravadas. Esta abrasão poderá alterar a microestrutura da rocha, tornando-a mais compacta ou endurecendo-a com uma camada polida (Pope, 2000). O autor citado não teve oportunidade de identificar qualquer exemplo destes no Vale do Coa, no entanto, na rocha 29 da Quinta da Barca, a área da superfície da diáclase não gravada encontra-se fortemente degradada, por oposição aos traços gravados por abrasão, que ainda se preservam e se elevam já por vezes acima do nível da restante superfície degradada (fig. 4c).

O contacto com a biosfera pode provocar erosão preferencial através da dissolução da sílica ou desagregação de componentes alterados, como os feldspatos formando superfícies rugosas. Outras alterações minerais incluem a formação de microcavidades devido à dissolução de sílica e desaparecimento de minerais alterados como a biotite ou a granada, conhecida por *pitting* ou picadura (Rodrigues, 1999; Chauvière et al., 2009).

2.4.2. Colonização biológica

A ação de líquenes e organismos endolíticos, que colonizam a superfície ou o interior da superfície rochosa, interagindo com ela, é a principal causa de biodeterioração (Adamo e Violante, 2000; Syers e Iskandar, 1973). Este processo de erosão biótica, baseada na interação líquen-substrato, ocorre sob as formas física, que resulta da ação mecânica dos talos e hifas dos líquenes na rocha e causa a desagregação e fragmentação das superfícies sobre as quais atuam (Adamo e Violante, 2000), e química, resultante de processos de dissolução ou precipitação e da formação de novos minerais, tais como os ácidos oxálicos, carbónicos e outros (Doehne e Price, 2010). Foi determinada uma sucessão ecológica na colonização das superfícies rochosas, que se desenvolve em sete estádios, iniciando-se com a colonização bacteriana, seguida pelos fungos, algas, líquenes, briófitas e finalmente plantas vasculares (Caneva, Nugari e Salvadori, 1991). Após a colonização líquénica, as briófitas, nomeadamente os musgos, continuam o processo de biodeterioração, contribuindo para os mesmos mecanismos biogeofísicos e biogeoquímicos (Altieri e Ricci, 1997; Herrera et al., 2004).

As colonizações biológicas são o resultado de um vasto conjunto de fatores relacionados com o clima (temperatura, humidade, radiação solar, precipitação e pressão atmosférica), a orientação das superfícies (água das chuvas, exposição à luz, direção dos ventos), o suporte (textura, porosidade, permeabilidade, dureza e nutrientes) e a qualidade do ar. De entre estas variáveis, a climática (sobretudo a microclimática) conjugada com a orientação das superfícies são fundamentais. Daqui resulta que variações de pequena escala em termos de humidade e radiação solar tenham grande impacto no crescimento dos líquenes (Rattazzi e Romão, 1994).

Com vista a uma avaliação direta do estado das diáclases medidas, foi realizada uma classificação macroscópica da sua erosão superficial seguindo as quatro fases propostas para a evolução dos suportes gráficos da região (Chauvière et al., 2009). Descreveu-se igualmente o estado de biodeterioração de 253 painéis ao longo de três perfis topográficos, através do registo da percentagem da colonização superficial líquénica e a presença ou ausência de colonização briofítica.

Os três cortes foram realizados no Vale do Forno (afluente do Coa), Vale do José Esteves (afluente do Douro) e Fonte Frieira (margem do Coa), todos com uma direção NW-SE e atravessando os cursos de água. Em todos eles se verificou que as superfícies expostas a NW apresentam um maior grau de degradação e biodeterioração (fig. 5). Os painéis com esta orientação apresentam uma per-

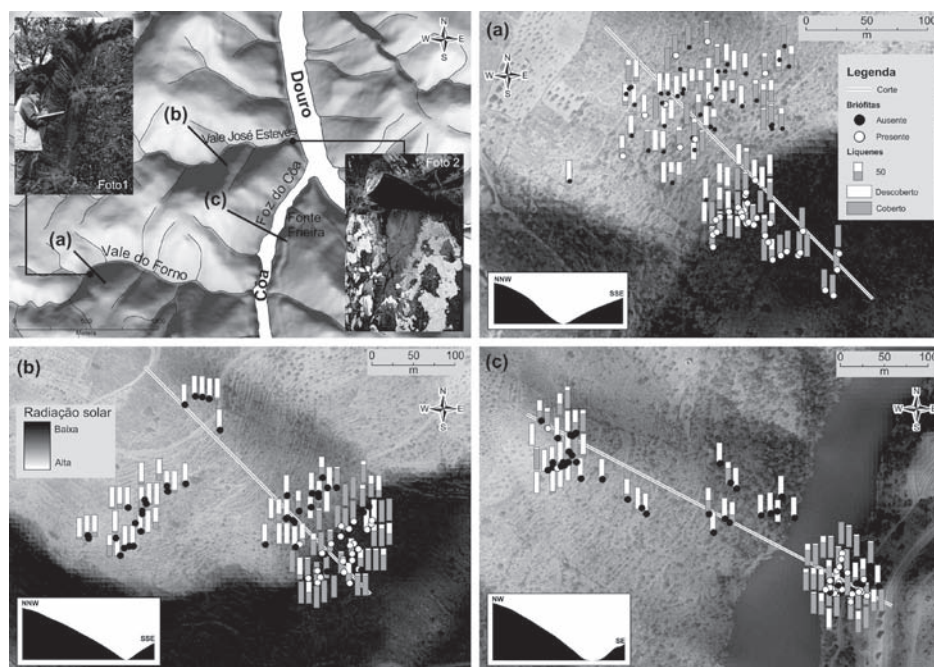


Fig. 5 – Conservação das superfícies de painéis rochosos em relação com a radiação solar e a colonização líquénica e briofítica ao longo de três cortes: Vale do Forno (a); Vale do José Esteves (b); Fonte Frieira (c); Exemplos de colonização por briófitas e líquenes numa zona umbria (foto 1) e ausência de colonização líquénica numa área totalmente sombreada em vertente umbria (foto 2) (*apud* Aubry, Luís e Dimuccio, 2012).

centagem de cobertura líquénica superior aos da vertente oposta, verificando-se igualmente uma maior colonização de briófitas (sobretudo musgos).

De entre os fatores que influenciam o crescimento líquénico, a qualidade do ar e o suporte (painéis de xisto subverticais) são considerados invariáveis na presente análise. No entanto, tal não é o caso do clima e da orientação das superfícies. O Baixo Coa integra a província climática de tipo continental do «Alto Douro» e «Beira Interior» (Ribeiro, Lautensach e Daveau, 1994), caracterizada por verões quentes e secos e uma precipitação inferior a 500 mm anuais no outono, inverno e primavera (Ribeiro, Lautensach e Daveau, 1994). Neste quadro geral, verificam-se, contudo, pequenas variações microclimáticas, nomeadamente ao nível das vertentes umbrias e soalheiras, em vales profundamente encaixados, que provocam reconhecidas variações em termos de humidade relativa e exposição solar, com necessárias implicações ao nível da flora (Ayyad e Dix, 1964; Adamson et al., 2013) (fig. 6). Contudo, mesmo ao nível das vertentes umbrias, a colonização biológica requer um mínimo de radiação solar e de precipitação. É por esta razão que em alguns painéis cobertos de líquenes surgem áreas não colonizadas em superfícies abrigadas e, em consequência disso, altamente sombreadas e protegidas do impacto direto da precipitação (fig. 5, fotos 1 e 2). Estes dados sugerem que, apesar de corresponderem à mesma direção tectónica, existem condições distintas de preservação nas superfícies expostas a SE, em relação às expostas a NW, e que a atual distribuição da arte rupestre do Coa se encontra condicionada

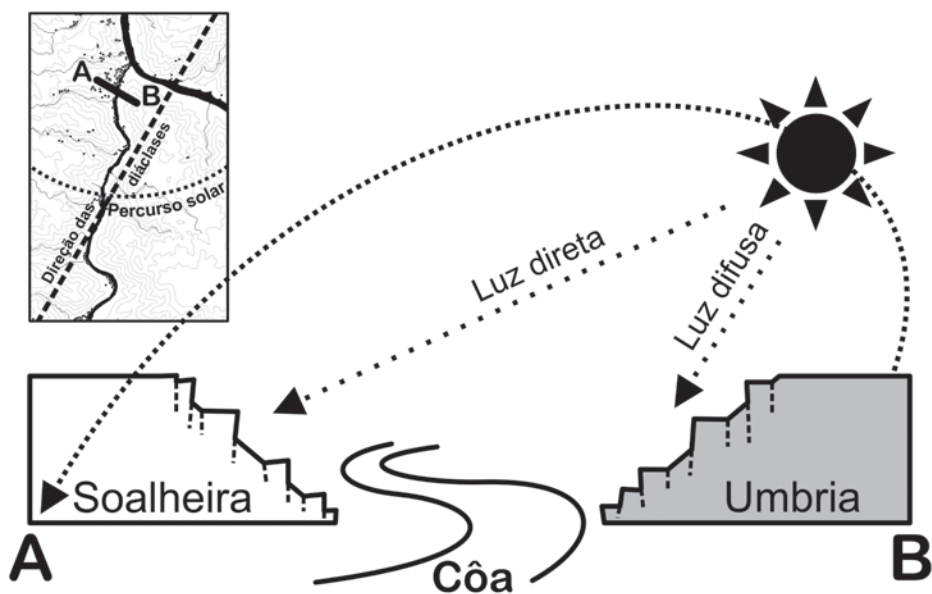


Fig. 6 – Esquema explicativo da orientação das vertentes em relação à direção dominante das diáclases, dos cursos de água e da exposição solar (adaptado de Marciente, 2010).

por esta preservação diferencial, concluindo-se que a erosão diferencial documentada⁴ «is dependent on patterns of solar radiation, humidity, and resulting lichen and bryophyte colonisation operating at the individual valley scale», salientando-se a importância das variações à microescala, relativas à microtopografia de cada painel (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012, p. 864-865).

Entretanto, tem-se vindo a realizar um importante estudo da colonização líquénica do Baixo Coa e do seu eventual impacto na conservação das suas superfícies de diáclase, que identificou já uma nova espécie para a ciência e o primeiro registo de três outras no continente europeu (Marques, Schultz e Paz-Bermúdez, 2013).

Este estudo vem responder a três questões que já abordáramos. Em primeiro lugar, confirma-se a existência de variações microclimáticas à escala dos vales e das superfícies de diáclase, entre as orientadas para NW (mais húmidas) e as orientadas para SE (mais expostas ao sol e com temperaturas mais elevadas) (Marques et al., 2013, table 8.2.15);

Em segundo lugar, estabelece-se uma relação entre a orientação da vertente e a colonização líquénica e briofítica (Marques et al., 2014, p. 204). Todavia, resultados deste estudo, classificados como preliminares, concluem que não se encontra suficientemente provado que os líquenes sejam os responsáveis pela erosão diferencial das superfícies gravadas no Vale do Coa (Marques et al., 2013). Baseando-se no estudo de quatro espécies, reconhece-se que a deterioração física será mais acentuada nas superfícies orientadas para NW, ocupada por espécies mais agressivas e com hifas mais profundas. No entanto, propõe-se que a degradação química seja superior nas superfícies orientadas para SE (Marques et al., 2013, p. 293). A maior importância da erosão química das três espécies de líquenes da amostra estudada sobre superfícies orientadas para SE é justificada pela maior presença de cálcio di-hidratado (*weddellite*) no interface com a rocha (Marques et al., 2012, p. 280-281), o que sugere uma maior erosão nas superfícies com esta orientação, presumindo que o cálcio tenha origem na própria rocha e não em qualquer outra fonte. No entanto, o estudo também conclui que «the amount and composition of acids produced by lichens is also species-specific and is usually accounted for their species-specific rock weathering action. The narrow range of metal-organic by-products of lichen action is nevertheless somewhat below expected and limited to calcium oxalates at the lichen-rock interface of three of the four studied species.» (Marques, 2013, p. 302).

⁴ Recorrendo à escala definida por Chauvière et al., 2009 (tab. 7.3.1), entre 1 (conservada) a 4 (alteração total), avaliamos o estado de conservação das superfícies documentadas, excluindo superfícies de exposição recente, abrigadas e cobertas por quartzo. Dessa avaliação resulta que 599 diáclases expostas a SE apresentam uma média de 2,2 (com um desvio padrão de 0,99), enquanto 326 expostas a NW têm uma média de 3,25 (desvio padrão de 0,8).

Marques et al. não negam, no entanto, a existência de uma conservação diferencial nas superfícies de diáclase voltadas a NW, mas consideram que existe fraco suporte para imputar aos líquenes a responsabilidade por esse facto. Pelo contrário, constataram que as briófitas apresentam uma maior riqueza nas superfícies voltadas a NW (30 espécies contra 16) (Marques et al., 2014, p. 202 e table 3) (fig. 5), onde cobrem também uma percentagem maior das superfícies (60 contra 10 %), considerando que a cobertura líquénica se equivale em ambas as orientações (60 %) (Marques et al., 2014, p. 203)⁵. Ainda assim, entre os líquenes incrustantes que colonizam as superfícies orientadas a NW, foi registada a ocorrência de espécies precursoras na colonização, bem adaptadas à sombra e humidade, que funcionam como retentoras de água, criando nichos e abrindo cavidades, onde a terra se acumula, favorecendo a posterior colonização por espécies perenes, como os líquenes foliosos e fruticulosos e as briófitas, que se encontram quase totalmente ausentes das superfícies voltadas a SE (Marques et al., 2014, p. 203). Em conclusão, os autores consideram plausível a relação entre conservação diferencial e os diferentes padrões de ocorrência de briófitas e líquenes entre vertentes umbrias e soalheiras, embora não de uma forma direta.

Em terceiro lugar, para além da orientação das superfícies, afirma-se a existência de fatores diferenciadores a uma escala mais reduzida, dentro do contexto geral (Marques et al., 2014, p. 204; 2015, p. 1812). Entre estes fatores, referem-se diferenças ao nível dos sítios, defendendo que orientação das vertentes não é necessariamente coincidente com a orientação das superfícies de diáclase, o que provocará variações climáticas ao nível de cada vale (Marques et al., 2014, p. 204), como já por nós acima explicitado. Sugere-se também eventuais diferenças ao nível da própria rocha, que afetarão a sua biorecetividade (Marques et al., 2014, p. 204), embora todas as áreas estudadas se integrem na mesma formação geológica (Desejosa), restando apenas eventuais diferenças de litotipos. Finalmente constatou-se de forma experimental a importância da erosão prévia para biorecetividade das superfícies à colonização biológica, facto relacionado com um aumento da porosidade e capilaridade das superfícies (Marques et al., 2015, p. 1808 e 1812).

A colonização biológica sobre rocha depende de dois tipos de fatores: as propriedades do substrato, com implicações na sua biorecetividade, e os fatores ambientais (Adamson et al., 2013, p. 357). A arte paleolítica do Vale do Coa situa-se maioritariamente na formação de Desejosa, com a exceção de dois sítios na Formação de Pinhão, que trataremos adiante, e um outro localizado em granitos. Salvo estas diferenças, a que adiante nos referiremos, a diferença observada na

⁵ Para além da percentagem de cobertura, também a sua uniformidade varia consoante a orientação das superfícies (*apud* Adamson et al., 2013, p. 358).

conservação das superfícies rochosas em vertentes opostas não pode ser fundamentada em diferenças substanciais do substrato (salvo variações de litotipos sem relação com o relevo atual). Sendo assim, se as suas propriedades são semelhantes, restam os fatores ambientais para explicar essa diferença. Esses fatores baseiam-se num diferencial de exposição à luz solar e consequentes temperatura e humidade relativa. Ora, quantidade e disponibilidade de humidade são os principais fatores para a velocidade a que uma superfície é colonizada, facto que é particularmente verdadeiro nas superfícies verticais (como é o caso do Vale do Coa), onde a precipitação tem um menor impacto direto na rocha e se escoia rapidamente (Adamson et al., 2013, p. 358). A água e a luz são assim as duas variáveis fundamentais no estado de conservação da arte do Coa. Essa influência poderá exercer-se diretamente sobre as superfícies, ou indiretamente, sobre a colonização biológica. Se se desconhece o impacto da luz solar na conservação direta das superfícies de diáclase do Vale do Coa, foi já defendido que a água terá um impacto negligenciável (Rodrigues, 2003). Quanto ao impacto indireto, não temos razões para crer que o Vale do Coa contrarie o axioma amplamente aceite de que o crescimento biológico varia com a orientação do substrato e de que, no hemisfério norte, o crescimento biológico mais luxuriante se verifica nas superfícies voltadas a norte (Adamson et al., 2013, e referências nas p. 357-358). Os líquenes não são os únicos, nem eventualmente os principais responsáveis, mas apenas mais um passo neste processo de transformação diferencial da rocha em solo nas distintas vertentes. Por outro lado, os padrões atuais da distribuição dos líquenes e briófitas e líquenes não podem ser considerados os diretos responsáveis por toda a história de erosão das superfícies do Vale do Coa, uma vez que têm um tempo de vida máximo de algumas centenas de anos⁶ (Marques et al., 2014, p. 204). Contudo, partindo do pressuposto «atualista», os padrões da colonização biológica atual são uma aproximação do que tem vindo a acontecer durante pelo menos todo o Holocénico, pois as superfícies voltadas a SE sempre tiveram melhor exposição solar do que as superfícies orientadas para NW, que foram sempre mais húmidas.

2.4.3. Alguns momentos do processo erosivo na arte do Coa

Entendemos a erosão das superfícies rochosas como um processo contínuo de transferência de energia (Hall et al., 2012), que começou com a exposição das superfícies, antes da gravação da arte, e continua e continuará inexoravelmente. O ritmo desse processo, que radica nas características intrínsecas da rocha, poderá ser intensificado ou desacelerado por variações ambientais que importa compreender.

⁶ Esta constatação nega as pretensões de datação da arte do Coa por “liquenometria” (Abreu e Bednarik, 2000; Fernandes, 2007, p. 90)

É possível contudo identificar momentos distintos da degradação mecânica e biótica observada em alguns painéis gravados a partir da sua observação. A degradação mecânica iniciou-se ainda antes da primeira fase de gravação da arte do Coa, uma vez que o mesmo processo de *toppling* dá origem à contínua exposição e também ao desmantelamento das superfícies de diáclase. Exemplos como a rocha 3 da Penascosa documentam este fenómeno em momentos anteriores à primeira fase de gravação. Esse painel é composto por dois planos distintos da mesma diáclase, ambos gravados com gravuras estilisticamente semelhantes. O facto de nenhuma linha gravada ocupar simultaneamente os dois planos implica que já estivessem separados antes do momento da gravação (fig. 7c). Este processo continua hoje e continuará.

Torna-se mais difícil datar o início da ação da colonização líquénica a partir dos painéis atualmente disponíveis. Em primeiro lugar, tanto a rocha 1 do Fari-seu, parcialmente coberta por sedimentos desde o final do Plistocénico, como um seu fragmento deslocado da sua posição original há mais de 18 000 anos (Aubry, Santos e Luís, 2014) não apresentam quaisquer vestígios de erosão por colonização biológica. Dois outros painéis localizados no Vale de José Esteves com arte Tardiglaciária fornecem-nos algumas pistas suplementares. O painel 16 era, até à realização do nosso trabalho, o único painel conhecido na vertente exposta a NW com motivos paleolíticos⁷, por oposição à margem oposta, onde se conhecem

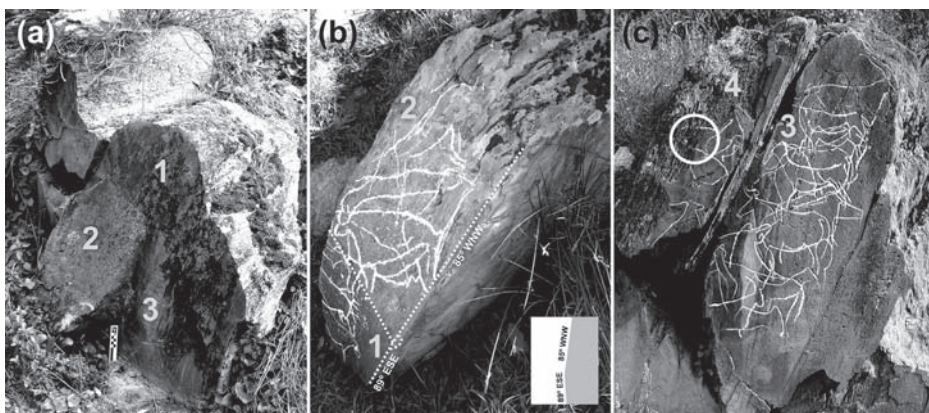


Fig. 7 – Exemplos de degradação diferencial das superfícies de diáclase na Penascosa: a) Painel não gravado formado por duas diáclases com inclinações distintas, uma próxima da verticalidade (1) e outra subvertical (2), notando-se o diferente grau de colonização líquénica entre ambas, e ausência total de colonização na área abrigada (3); b) Rocha 4 formada pela conjugação de duas diáclases com inclinações distintas, notando-se uma erosão diferencial da superfície e dos traços gravados entre a área subvertical (2) e a próxima da verticalidade (1); c) Rocha 3 formada por duas superfícies da mesma diáclase com a mesma atitude, uma delas avançada em relação à outra por *toppling* (4), registando-se uma acentuada erosão da superfície na zona superior esquerda fortemente colonizada (círculo) e uma melhor preservação da superfície e traços gravados na zona abrigada pelo bloco avançado (3).

⁷ Até então, conhecia-se apenas um segundo painel localizado nesta vertente, este com motivos sidéricos e idêntica natureza abrigada.

61 painéis gravados. Trata-se de um painel único, não só pela sua localização singular, mas por se tratar de um abrigo formado por uma grande laje de xisto que basculou da sua posição original, que cobre hoje, em grande medida, o painel inscrito, com a exceção da sua extremidade esquerda (fig. 8). Sob a superfície coberta, que se apresenta em bom estado de conservação, identifica-se o revestimento sílico-metálico que cobre todas as figuras, tanto paleolíticas como sidéricas. Pelo contrário, as gravuras localizadas na zona não abrigada, caracterizadas por signos triangulares gravados por finas incisões e um cervídeo estriado, apresentam um elevado grau de deterioração, manifestada pela destruição da película sílico-metálica e a formação de cavidades que cortam os motivos tardiglaciares (fig. 8a). À época da descoberta e levantamento deste painel, esta área encontrava-se fortemente colonizada por musgos⁸.

Este padrão foi corroborado com a identificação, durante os nossos trabalhos de campo, de um segundo painel com motivos paleolíticos na mesma margem, a montante do n.º 16, a que foi entretanto atribuído o número 65. Trata-se uma

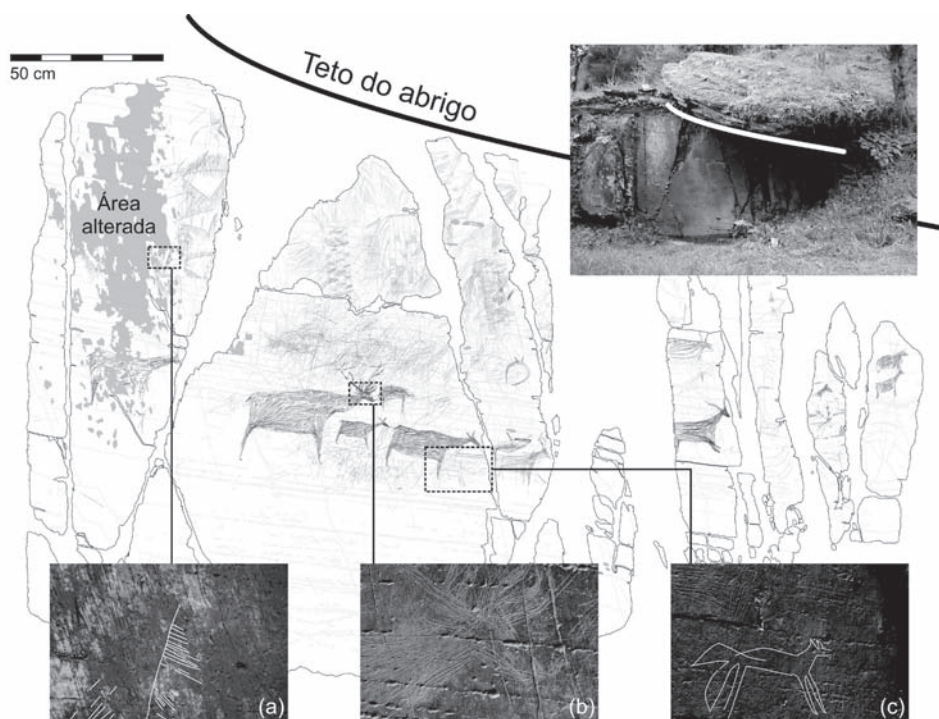


Fig. 8 – Vale de José Esteves 16 parcialmente protegido por um abrigo rochoso (levantamento de Fernando Barbosa em Baptista, 2009): a) com o exemplo de um motivo tardiglaciário afetado por degradação; b) veado tardiglaciário não degradado; c) canídeo da Idade do Ferro não degradado.

⁸ Informação de André Santos que participou nos primeiros trabalhos de decalque deste painel.

vez mais de um dos únicos painéis identificados nesta zona umbria que não se apresenta colonizado por líquenes ou briófitas, pois situa-se na base de outro abrigo rochoso.

Em ambos os casos, a topografia do painel explica porque é que algumas superfícies das vertentes expostas a NW ficaram protegidas da biodeterioração, ao reduzir drasticamente a luz solar na superfície e o seu contacto direto com a precipitação, dificultando a colonização biológica.

Perante a situação observada, duas hipóteses se podem levantar ao nível da cronologia da degradação observada. Podemos supor que superfícies com bom estado de conservação estivessem disponíveis (e fossem gravadas) desde a fase artística mais antiga do Vale do Coa nas vertentes expostas a NW, tendo entretanto sido degradadas. Em alternativa, poderemos ser levados a concluir que após 12.000 BP, a maioria dos painéis destas vertentes umbrias tenha visto a sua superfície degradada, destruindo as representações que neles pudessem existir e impossibilitando a continuação da sua gravação. Tendo em conta o exemplo do painel Vale de José Esteves 16, a hipótese mais verosímil situa-se entre os dois extremos. Na área mais degradada da superfície deste painel, que se encontra desprotegida pela laje de cobertura, os motivos tardiglaciares encontram-se parcialmente destruídos, implicando que a degradação desta área do painel ocorreu necessariamente após a sua gravação, isto é, após o final do Plistocénico. Por outro lado, o facto das superfícies decoradas com motivos sidéricos, identificadas nas imediações, evitarem e se circunscreverem pelas áreas degradadas ou fortemente colonizadas por líquenes, sugere que um dos momentos da degradação superficial das diáclases por colonização biológica, tenha ocorrido durante o Holocénico inicial e médio, prosseguindo ainda hoje⁹.

A partir desta nossa conclusão, Fernandes (2014, p. 102) imputa-nos a afirmação de que não teria existido degradação das superfícies rochosas antes do final do Paleolítico Superior, não se apercebendo de que esta afirmação é relativa a motivos da arte paleolítica tardiglacial (Aubry et al., p. 862-863). A arte paleolítica pré-magdalenense não foi tratada no primeiro texto, uma vez que na área de estudo então tratada não se conhece nenhum exemplo de arte pré-magdalenense. Contudo, o leitor era então remetido para um outro artigo (Aubry et al., 2010), onde se afirma que os dados paleoambientais e o contexto sedimentar indicam que esta primeira fase da arte paleolítica apenas se preservou durante o último Máximo Glacial porque esteve, e alguma dela ainda estará, coberta por depósitos aluviais e coluviais. Consideramos por isso que essa primeira fase artística sofreu um processo de degradação anterior ao Tardiglacial muito mais intenso,

⁹ Para esclarecer esta questão seria ainda importante determinar se a laje que cobre parcialmente o painel teve sempre a configuração atual ou se terá fragmentado após a gravação (e em que momento).

de natureza periglacial, atestado pela cobertura da rocha 1 do Fariseu por uma camada composta por plaquetas crioclásticas, datada de c. de 18.500 BP (Mercier et al., 2006). Para além de não considerarmos que existe apenas um motivo para a degradação das superfícies, também não consideramos que exista apenas um momento. A degradação das superfícies rochosas é um processo dinâmico e contínuo, que se vai modificando em função da variação das condições ambientais. Compreender os processos naturais de degradação da arte rupestre ao ar livre será compreender essa dinâmica e esse processo.

3. VERIFICAÇÃO DE UMA HIPÓTESE

Definida a biografia das rochas do Coa, desde a formação da rocha precursora até à degradação das superfícies de diáclase contendo inscrições, conseguimos perspetivar as variáveis em causa na formação e preservação destas superfícies. No presente trabalho salientamos duas variáveis, a tectónica, que define a direção da exposição dos painéis, e a exposição solar, que terá um papel fundamental na preservação diferencial das suas superfícies.

Para testarmos estas variáveis desenvolvemos um modelo preditivo. Os modelos preditivos são uma metodologia com origem na década de 70 nos domínios da geologia e geografia, que têm vindo a ser igualmente aplicados na arqueologia e património (Verhagen, 2007). Foram desenvolvidos inicialmente por agências governamentais norte-americanas incumbidas de gerir recursos em vastas áreas e com poucos dados conhecidos, que a ela recorreram com vista à predição da localização de sítios arqueológicos, baseada na prospeção de áreas reduzidas (Judge e Sebastian, 1988). Os modelos preditivos projetam os padrões determinados pelos dados conhecidos para tempos e espaços desconhecidos (Warren e Asch, 2005) e radicam no princípio ecológico da «Nova Arqueologia», que define que os padrões de ocupação humana são em grande medida determinados por fatores ambientais (Verhagen, 2007), e no facto destas variáveis continuarem, ainda que indiretamente, a influenciar os dados ambientais atuais (Warren e Asch, 2005). Estes modelos podem basear-se em dois tipos de informação, seja em teoria acerca da distribuição dos dados arqueológicos, sendo neste caso dedutivos; ou fundamentarem-se na observação empírica, sendo indutivos (Wheatley e Gillings, 2002). Na realidade, ambas as perspetivas podem ser complementares (Verhagen, 2007; Wheatley e Gillings, 2002).

No presente estudo seguimos uma metodologia indutiva, estribando-nos na distribuição conhecida das ocorrências de arte rupestre identificadas na região ¹⁰.

¹⁰ Base de dados do Parque Arqueológico do Vale do Coa, fruto dos trabalhos de muitos prospetores e que nos últimos anos tem estado a cargo de Mário Reis (2012b, p. 28-30).

Ao contrário da versão anterior (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012), desta feita, integramos no modelo apenas as rochas gravadas com motivos paleolíticos. De entre estas, foram uma vez mais retirados todos os painéis que se encontram submersos pela albufeira do Pocinho, uma vez que desconhecemos a topografia dessas áreas, bem como todos os registos que não se inscrevem em superfícies de diáclase *in situ* (placas de arte móvel e painéis desagregados). Em virtude da resolução do modelo ser de 10 metros e de alguns painéis se encontrarem a distâncias inferiores entre si, do total de 460 painéis que integravam inicialmente a nossa base de dados, constam no modelo apenas 417 ocorrências de arte rupestre paleolítica.

Como atrás referido, se na primeira versão do modelo (CPFP 1) nos restringimos à zona da foz do Coa, numa área de cerca de 20 km² (fig. 3a), tendo realizado a validação externa numa área adjacente para sul, de igual dimensão (fig. 3b) (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012). Neste trabalho, pelas razões apresentadas, aplicamos o modelo a uma área mais vasta, de cerca de 400 km² (fig. 3). Este facto motivou uma alteração de resolução no modelo digital de terreno (MDT) que lhe serviu de base, que, passou de uma resolução espacial de 5 × 5 m para 10 × 10 m por *pixel*.

O MDT gerado foi utilizado para gerar as quatro variáveis escolhidas a partir do trabalho de campo, e que serviram de base ao modelo: a) inclinação da vertente, b) orientação da vertente, c) radiação solar e c) custo ponderado da distância aos cursos de água. A influência da inclinação da vertente na exposição e conservação dos painéis gravados está claramente relacionada com a influência da tectónica regional e, em alguns casos, com a ocorrência de deslizamentos de terras. A orientação da vertente concorre para estes mesmos fatores, a que acresce o controlo da temperatura e humidade, que condiciona o tipo e grau de erosão superficial das superfícies expostas. A radiação solar foi calculada ao longo de um ano (2012) da forma já anteriormente descrita (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012). Finalmente, a quarta variável, a distância ponderada aos cursos de água foi escolhida em virtude de a distribuição da arte rupestre observada ter revelado uma clara proximidade dos cursos de água, que, por sua vez, são condicionados pela mesma tectónica que determina a exposição das superfícies de diáclase.

Estas variáveis foram posteriormente avaliadas, consoante a sua importância relativa, para explicar a distribuição e conservação dos painéis gravados através de uma metodologia também já descrita (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012).

Na primeira versão do modelo, a área de estudo foi dividida em duas para que os seus resultados pudessem ser validados externamente. Assim, com base nestas variáveis e no seu respetivo peso foi desenhado um mapa do Modelo Preditivo para a Formação e Preservação dos Painéis do Coa (CPFP 1) (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012, fig. 11). Este modelo não nos diz onde existe arte rupestre. Ele discrimina as áreas onde há maior ou menor probabilidade de existirem superfi-

cies de diáclase expostas e preservadas. Dependerá da ação humana a inscrição ou não de grafismos nos painéis assim identificados. Na área do primeiro modelo identificámos 11,2 % da área do território analisado como tendo Muito Alta probabilidade de apresentar painéis expostos e com as respetivas superfícies preservadas, 12,1 % Alta, 16,7 % Moderada, 40,5 % Baixa e 19,5 % Muito Baixa. Os valores Alto e Muito Alto do modelo localizam-se nas margens esquerda dos rios Coa e Douro, em encostas voltadas a SE, numa consequência lógica da estrutura tectónica regional e da posterior ação diferencial da humidade e colonização biológica sobre as superfícies localizadas em zonas umbrias.

A realidade assim determinada apresentou um nível de conformidade de 80 % com a realidade arqueológica conhecida. Mais relevante ainda do que este grau de conformidade na área da definição do modelo foi a definição de um mapa de validação externa, isto é, numa área cujos dados arqueológicos não serviram para a definição e classificação das quatro variáveis utilizadas, e que apresentou um nível de conformidade de 70 % com o registo arqueológico conhecido (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012, fig. 12). Este segundo mapa identificou amplas áreas na margem esquerda onde não se identificou arte rupestre até ao momento. Vários vales na margem direita, mais distantes do rio, apresentam potencial elevado, que, com raras exceções (Vale dos Namorados), não foram ainda prospetados.

Finalmente, de forma a verificar a validade do modelo de forma prática, foi realizada uma verificação no campo de algumas das zonas definidas pelos mapas do modelo e da validação externa como tendo Alta ou Muito Alta probabilidade de apresentarem painéis preservados. Foram escolhidas três áreas, duas na zona do modelo (Cascalheira e Canada da Moreira jusante) e uma na da validação (Vale de legas). Em todos os locais avaliados foi possível identificar novos painéis com grafismos preservados. Na Cascalheira foram identificados 20 novos painéis gravados (15 com motivos da Idade do Ferro, 3 históricos e 2 paleolíticos)¹¹, na Canada da Moreira (jusante) 5 novos painéis gravados (4 da Idade do Ferro e 1 histórico) e no Vale de legas 5 novos painéis gravados (4 provavelmente paleolíticos e 1 sidérico).

Na produção do modelo agora apresentado (CPFP 2) foram atribuídas classificações (*ratings*) às categorias ou classes de cada variável em análise baseado na sua relação espacial com a ocorrência de arte rupestre (isto é, a razão entre a frequência de ocorrência de pixéis com arte rupestre e a não ocorrência desses mesmos pixéis), como mostrado no quadro 2 e já anteriormente descrito em detalhe (Aubry, Luís e Dimuccio, 2012). Cada variável foi posteriormente ponderada utilizando o método qualitativo da matriz de comparação de pares (*pair-wise*

¹¹ Este sítio foi entretanto alvo de uma prospeção mais intensiva, registando-se entretanto um total de 31 painéis gravados, 6 deles com motivos paleolíticos e 21 da Idade do Ferro, entre outros (Reis, 2014).

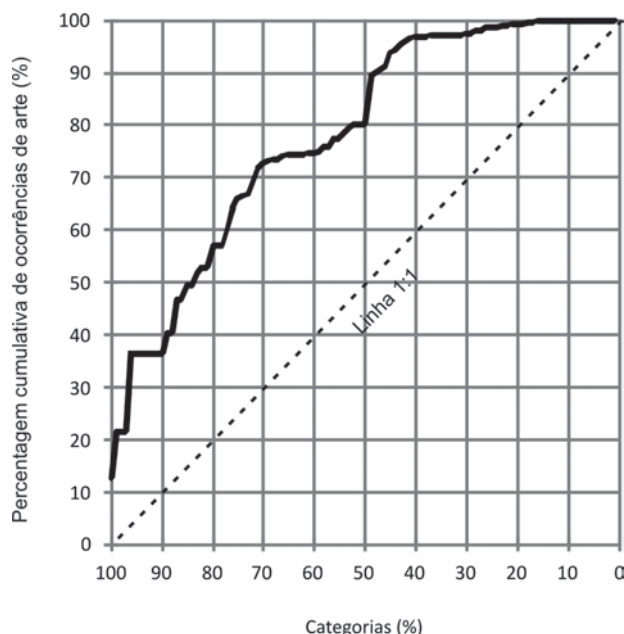


Fig. 10 – Curva da taxa de sucesso mostrando a percentagem cumulativa da ocorrência da arte rupestre paleolítica explicada pelo modelo CPF 2.

estação de Almendra e a foz do rio Coa, assim como após o meandro do Monte Meão. Mas as áreas com elevado potencial não se restringem às margens dos principais cursos de água. Afastando-nos destas zonas, verificamos que as vertentes com grande declive que comportam uma direção NE-SW e apresentam uma boa exposição solar para SE são assinaladas como tendo elevada suscetibilidade de apresentar superfícies de diáclase expostas e com as suas superfícies preservadas, isto é, passíveis de preservarem vestígios artísticos.

Os dados arqueológicos (ocorrências de arte rupestre) foram utilizados para avaliar o modelo, tendo-se calculado o valor de todos os pixéis na área do modelo, que foram comparados

com os pixéis de arte rupestre, possibilitando o desenho de uma curva da taxa de sucesso (fig. 10). Este tipo de curva, que resulta da tabulação cruzada entre os mapas do modelo e da arte rupestre, é utilizado para avaliar o grau de ajustamento do modelo. Assim, as áreas por baixo da curva são utilizadas para determinar quantitativamente a concordância respetiva. Os valores de todos os pixéis do modelo são ordenados por ordem decrescente e divididos em 100 com intervalos cumulativos de 1%. A taxa de sucesso do modelo corresponde a 80%.

Como atrás referido, na primeira versão do modelo não foi incluída a variável formação geológica (litologia). Esta escolha justificou-se então pelo facto de toda a arte aí incluída, bem como a esmagadora maioria da área coberta pelo modelo, se inserir nos xistos da formação de Desejosa. Esta realidade mudou radicalmente ao alargarmos a área do modelo (fig. 3). Fizemos uma primeira tentativa de incluir as formações geológicas como variável, mas o facto da área da formação de Desejosa ocupar uma larga percentagem da área de estudo, quando comparada com a formação de Pinhão, que contém um menor número de painéis e ocupa uma área muito mais reduzida, fez com que os resultados obtidos no procedimento de classificação probabilística para as diferentes categorias não fossem fiáveis, apresentando desvios padrão elevados. Desta forma não pudemos incluir as formações geológicas enquanto variáveis. Mas, pelos dados conhecidos, este facto poderá apresentar igualmente um desvio do modelo quanto à realidade, uma vez que, até ao momento, apenas foram iden-

| | | Modelo | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|--|--|
| Variável | Categorias ou classes | Número de pixéis de arte rupestre | Frequência de pixéis de arte rupestre (%) (a) | Número de pixéis sem arte rupestre | Frequência de pixéis sem arte rupestre (%) (b) | |
| Inclinação da vertente (%) | 0 - 9 | 7 | 1,68 | 907 797 | 22,67 | |
| | 9 - 18 | 19 | 4,56 | 722 043 | 18,03 | |
| | 18 - 28 | 31 | 7,43 | 580 877 | 14,51 | |
| | 28 - 36 | 44 | 10,55 | 508 033 | 12,69 | |
| | 36 - 45 | 68 | 16,31 | 468 789 | 11,71 | |
| | 45 - 53 | 61 | 14,63 | 372 861 | 9,31 | |
| | 53 - 62 | 65 | 15,59 | 253 395 | 6,33 | |
| | 62 - 73 | 59 | 14,15 | 131 203 | 3,28 | |
| | 73 - 89 | 54 | 12,95 | 49 717 | 1,24 | |
| | 89 - 160 | 9 | 2,16 | 9 386 | 0,23 | |
| Orientação da vertente | Plano e Norte | 5 | 1,20 | 490 121 | 12,24 | |
| | Nordeste | 21 | 5,04 | 476 922 | 11,91 | |
| | Este | 96 | 23,02 | 457 921 | 11,44 | |
| | Sudeste | 206 | 49,40 | 506 922 | 12,66 | |
| | Sul | 43 | 10,31 | 489 959 | 12,24 | |
| | Sudoeste | 10 | 2,40 | 495 432 | 12,37 | |
| | Oeste | 27 | 6,47 | 531 751 | 13,28 | |
| | Noroeste | 9 | 2,16 | 555 073 | 13,86 | |
| Radiação solar | 1 (baixa) | 5 | 1,20 | 38 857 | 0,97 | |
| | 2 | 6 | 1,44 | 106 604 | 2,66 | |
| | 3 | 13 | 3,12 | 159 330 | 3,98 | |
| | 4 | 29 | 6,95 | 214 042 | 5,35 | |
| | 5 | 36 | 8,63 | 273 519 | 6,83 | |
| | 6 | 68 | 16,31 | 369 157 | 9,22 | |
| | 7 | 104 | 24,94 | 531 597 | 13,28 | |
| | 8 | 78 | 18,71 | 717 022 | 17,91 | |
| | 9 | 44 | 10,55 | 1 081 297 | 27,00 | |
| | 10 (alta) | 34 | 8,15 | 512 676 | 12,80 | |
| Distância aos cursos de água | 1 (baixa) | 399 | 95,68 | 2 146 243 | 53,60 | |
| | 2 | 18 | 4,32 | 991 146 | 24,75 | |
| | 3 | 0 | 0,00 | 517 377 | 12,92 | |
| | 4 | 0 | 0,00 | 217 905 | 5,44 | |
| | 5 | 0 | 0,00 | 83 922 | 2,10 | |
| | 6 | 0 | 0,00 | 30 088 | 0,75 | |
| | 7 | 0 | 0,00 | 11 040 | 0,28 | |
| | 8 | 0 | 0,00 | 3 776 | 0,09 | |
| | 9 | 0 | 0,00 | 1 878 | 0,05 | |
| | 10 (alta) | 0 | 0,00 | 726 | 0,02 | |

As classes das variáveis foram classificadas através do método de intervalos naturais do SIG

Quadro 2 – Procedimento de classificação probabilística para as diferentes categorias das variáveis utilizadas para a construção do modelo preditivo para a formação e conservação de painéis do Coa (CPFP 2) (r_i = classificação normalizada transformada numa escala ordinal de valores de 1 a 101). No quadro comparam-se os valores totais do modelo, com os específicos para as rochas da Penascosa.

| | | | | | Penascosa | | |
|--|--------------------------|-------|------------|--|-----------------------------------|---|--------|
| | Cálculo da classificação | | | | Número de pixéis de arte rupestre | Frequência de pixéis de arte rupestre (%) | |
| | Proporção | Média | Desvio | Classificação | | | |
| | (ab ⁻¹) | (m) | padrão (σ) | final [(ab ⁻¹ - m)σ ⁻¹] (r _i) | | | |
| | 0,07 | 3,11 | 3,76 | -0,81 | 1 | 0 | 0,00 |
| | 0,25 | | | -0,76 | 3 | 3 | 12,00 |
| | 0,51 | | | -0,69 | 5 | 2 | 8,00 |
| | 0,83 | | | -0,60 | 8 | 3 | 12,00 |
| | 1,39 | | | -0,46 | 14 | 3 | 12,00 |
| | 1,57 | | | -0,41 | 15 | 4 | 16,00 |
| | 2,46 | | | -0,17 | 24 | 3 | 12,00 |
| | 4,32 | | | 0,32 | 42 | 4 | 16,00 |
| | 10,43 | | | 1,95 | 101 | 3 | 12,00 |
| | 9,21 | | | 1,62 | 89 | 0 | 0,00 |
| | 0,10 | 1,01 | 1,32 | -0,69 | 1 | 0 | 0,00 |
| | 0,42 | | | -0,45 | 10 | 0 | 0,00 |
| | 2,01 | | | 0,76 | 51 | 0 | 0,00 |
| | 3,90 | | | 2,18 | 101 | 0 | 0,00 |
| | 0,84 | | | -0,13 | 21 | 0 | 0,00 |
| | 0,19 | | | -0,62 | 4 | 0 | 0,00 |
| | 0,49 | | | -0,40 | 11 | 24 | 96,00 |
| | 0,16 | | | -0,65 | 3 | 1 | 4,00 |
| | 1,24 | 1,08 | 0,50 | 0,30 | 58 | 0 | 0,00 |
| | 0,54 | | | -1,08 | 11 | 0 | 0,00 |
| | 0,78 | | | -0,60 | 27 | 0 | 0,00 |
| | 1,30 | | | 0,43 | 62 | 7 | 28,00 |
| | 1,26 | | | 0,36 | 60 | 7 | 28,00 |
| | 1,77 | | | 1,36 | 94 | 7 | 28,00 |
| | 1,88 | | | 1,58 | 101 | 4 | 16,00 |
| | 1,04 | | | -0,08 | 45 | 0 | 0,00 |
| | 0,39 | | | -1,38 | 1 | 0 | 0,00 |
| | 0,64 | | | -0,89 | 18 | 0 | 0,00 |
| | 1,79 | 0,20 | 0,56 | 2,83 | 101 | 25 | 100,00 |
| | 0,17 | | | -0,04 | 11 | 0 | 0,00 |
| | 0,00 | | | -0,35 | 1 | 0 | 0,00 |
| | 0,00 | | | -0,35 | 1 | 0 | 0,00 |
| | 0,00 | | | -0,35 | 1 | 0 | 0,00 |
| | 0,00 | | | -0,35 | 1 | 0 | 0,00 |
| | 0,00 | | | -0,35 | 1 | 0 | 0,00 |
| | 0,00 | | | -0,35 | 1 | 0 | 0,00 |
| | 0,00 | | | -0,35 | 1 | 0 | 0,00 |
| | 0,00 | | | -0,35 | 1 | 0 | 0,00 |

tificados vestígios artísticos pré-holocénicos nas formações de Desejosa, Pinhão e granitos da Ribeira do Massueime, como atrás referido. Assim sendo, tendo em conta as especificidades litológicas e estruturais, descartámos todas as áreas do modelo que se situam fora deste conjunto de formações geológicas (fig. 9), onde será pouco provável vir a identificar motivos gravados, excluindo nós desta consideração as figurações da Pré-história Recente, sobretudo pintadas, que se afastam da realidade que nos ocupa, bem como as históricas. Esta restrição exclui grande parte das áreas com elevado potencial do Coa granítico e da ribeira de Massueime, bem como da margem direita do Douro após o meandro do Monte Meão. Ainda assim subsistem nestas áreas manchas com elevado potencial a merecerem prospeção ¹².

De forma a revalidarmos o modelo, verificar o seu potencial, mas também para comprovar a existência da condicionante litológica que acabamos de referir, realizámos prospeções não sistemáticas em duas áreas distintas (fig. 9 e 11).

A primeira área localizou-se na margem esquerda da Ribeira da Volta (fig. 9a e 11a). Trata-se de uma das áreas do modelo que apresentava valores mais elevados, denunciando uma potencialidade em preservar superfícies de diáclases. No entanto, segundo a carta geológica (Silva e Ribeiro, 1991), a zona situa-se no contexto da Formação de Rio Pinhão, expondo localmente superfícies de diáclase de grande heterogeneidade litológica, onde surgem intercalações de camadas de metagrauvaques e metaquartzovaques e uma profusão de dobras, revelando uma tectónica dúctil de pequena escala que tem um impacto na morfologia e regularidade das superfícies e as torna inaptas para a gravação (fig. 12). A olho nu, estas superfícies não evidenciaram a formação das películas sílico-metálicas. Nesta área foi apenas identificado um grafismo de aspeto contemporâneo, numa área abrigada.

Tendo em conta de que entre esta região e a Quinta da Barca se identificou recentemente um conjunto de painéis gravados com motivos sidéricos em contexto da Formação de Rio Pinhão (Reis, 2012a, p. 36-38), desenvolvemos também prospeções no entorno dessa área, de forma a comparar a natureza das superfícies (fig. 11a). Aí pudemos verificar que os elementos constitutivos desses painéis são mais homogéneos, permitindo superfícies mais regulares. Seguindo esta zona de cumeada, que apresenta um potencial Alto, pudemos identificar mais dois painéis com motivos da Idade do Ferro e um contendo um veado estriado, estilisticamente tardiglacial (fig. 11, 1). O facto de esta área apresentar superfícies mais regulares poderá estar relacionado com a sua proximidade com o limite entre

¹² Esta afinação do modelo não apresenta grandes diferenças ao nível do peso das diferentes categorias: 31,3 % Muito Baixa, 39,4 % Baixa, 14,4 % Moderada, 13,5 % Alta e 1,4 % Muito Alta.

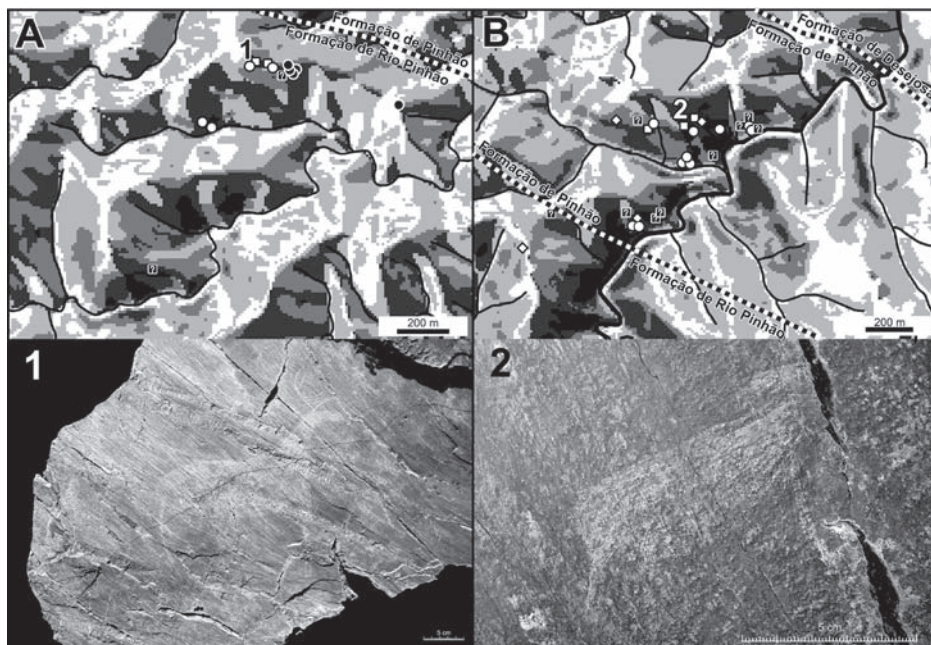


Fig. 11 – Áreas prospectadas durante a verificação do modelo com painéis gravados identificados: paleolíticos e paleolíticos prováveis (círculos brancos), sidéricos (quadrados brancos), históricos (diamantes brancos) e indeterminados (quadrados pretos com interrogação) e rochas previamente identificadas (círculos pretos). Os limites aproximados das formações litológicas definidos pela carta geológica encontram-se assinalados por linhas tracejadas. A) Ribeira da Volta, B) Ribeira de Piscos (montante)/ Casa do Muro; Exemplos de painéis com motivos tardiglaciais da Ribeira da Volta (1) e da Ribeira de Piscos (montante)/Casa do Muro (2).



Fig. 12 – Exemplo de superfície de diáclase na Formação de Rio Pinhão, na margem esquerda da Ribeira da Volta, onde são evidentes os níveis de metaquartzito.

as formações de Rio Pinhão e Pinhão. Distanciando-nos para sul deste limite pudemos verificar que os painéis se começam a assemelhar com os identificados inicialmente na Ribeira da Volta. Contudo, mesmo aí, pudemos identificar três painéis apresentando motivos aparentemente tardiglaciares, numa área de potencial Muito Alto.

De forma a testar a aparente inaptidão das superfícies de diáclase na Formação de Rio Pinhão para a preservação de motivos gravados, realizámos prospeções numa segunda área localizada na margem esquerda da Ribeira de Piscos (junto da Casa do Muro) (fig. 9b e 11b). Este troço da ribeira tem a particularidade de apresentar uma larga área com potencialidade Alta e Muito Alta para a preservação de superfícies, numa zona que faz a transição da Formação de Rio Pinhão, Pinhão e Desejosa. Na Formação de Rio Pinhão, onde se identificam alguns dos valores mais altos da área, apenas se identificou um pequeno abrigo com motivos recentes. As superfícies de diáclase apresentam aqui as mesmas características da Ribeira da Volta. Na área da Formação de Pinhão foram identificados dois painéis com motivos figurativos paleolíticos tardiglaciares (fig. 11, 2), um signo em ziguezague, e um outro não figurativo, também provavelmente paleolíticos. Foram ainda identificados 25 painéis com motivos neocalcolíticos, sidéricos e históricos. De entre o conjunto de motivos indeterminados distingue-se um conjunto interessante de motivos composto por conjuntos de linhas verticais paralelas. Na reduzida área da Formação de Desejosa com potencialidade alta não foi possível identificar qualquer vestígio.

Pelos dados recolhidos, comprova-se uma vez mais a validade do modelo, que nos revelou vestígios artísticos preservados em áreas nunca antes prospectadas. Confirma-se também a inaptidão geral das superfícies de diáclase da formação de Rio Pinhão para a preservação de arte rupestre. Essa inaptidão poderá estar relacionada com a formação de dobras de escala métrica, posteriores às dobras da primeira fase da orogenia hercínica com um eixo concordante com a xistosidade. No entanto, os trabalhos de campo permitiram verificar que em determinadas zonas, nomeadamente junto ao limite desta formação com a Formação de Pinhão, existem excecionalmente litologias que permitem a formação de superfícies de diáclase passíveis de receber e preservar vestígios gráficos. A completa explicação destas realidades exigirá estudos litológicos pormenorizados. Os limites estabelecidos entre as formações geológicas de Pinhão e Desejosa (Silva e Ribeiro, 1991) foram recentemente colocados em causa por análises geoquímicas (Aires et al., 2011, p. 164). Será igualmente necessário realizar um mapeamento mais pormenorizado da tectónica dúctil, caracterizada por uma sucessão de sinclinais amplos, separados por anticlinais apertados (Chauvière et al., 2009; Moreira et al., 2010) e a sua relação com a localização dos núcleos da arte rupestre.

4. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

Das duas versões do modelo para a Formação e Preservação de Painéis do Coa (CPFP 1 e 2) é possível retirar algumas conclusões relevantes.

O atual padrão de distribuição da arte do Coa resulta do processo de formação dos painéis, imposto pela geologia estrutural regional e consequente evolução geomorfológica quaternária, combinado com a preservação diferencial das superfícies dos painéis nas zonas umbrias e soalheiras. A partir dos dados disponíveis, propomos que esta preservação diferencial dos painéis gravados está sobretudo dependente da radiação solar, temperatura, humidade e consequente colonização biológica, que se opera de forma distinta à escala dos vales, dos painéis e de cada painel, tendo em conta a microtopografia (direção, inclinação e formação de pequenos abrigos).

O nosso modelo ambiental identificou áreas onde os painéis têm estado disponíveis ao longo do processo de encaixamento do vale e potencialmente têm as suas superfícies melhor preservadas. Os resultados são promissores e permitem uma nova avaliação relativamente ao impacto de fatores culturais e de preservação na realidade arqueológica observável.

Temos hoje argumentos para refutar a tese de que a raridade de motivos gravados na margem direita do Coa resulte simplesmente de uma escolha dos seus autores paleolíticos. Aliás, a questão não se deveria colocar verdadeiramente em termos de margens, mas antes que são muito raros os motivos preservados orientados para NW, isto é, com uma localização umbria (o que localmente corresponde em geral à margem direita do rio Coa), devido à influência da tectónica regional, tanto na orientação das superfícies de diáclase como na orientação dos cursos de água (fig. 6). Não bastará identificar a orientação das vertentes onde se encontra a maioria dos painéis com vestígios artísticos, importará explicar porquê, para podermos passar da arqueografia à arqueologia.

Para contestar a influência de condicionantes geológicas e ambientais na distribuição atual da arte rupestre do Vale do Coa, não bastará afirmar que «another possible explanation is that, due to geological or geomorphological issues, NW exposed outcrops simply were not exposed in as many numbers as SE facing ones» (Fernandes, 2014, p. 112). Uma vez que o próprio autor não tem quaisquer indícios sobre as condições de preservação e degradação das rochas gravadas do Vale do Coa, só lhe resta invocar «uma premissa interessante, se bem que de índole especulativa» (Fernandes, 2012, p. 270), cedendo à conhecida tentação arqueológica de apelidar de «ritual» (ou neste caso «cultural»), tudo o que não entende, nem consegue explicar (Bahn, 1997, p. 58).

Se a realização da arte rupestre foi o resultado dos diferentes contextos sociais e culturais que a produziram, ela inscreveu-se num suporte com características de formação, que a permitiram, e de preservação, que a trouxeram até nós. Se a arte

nasce do traço, é a tela que a torna possível e preserva. A validade do modelo apresentado afere-se pela identificação de novos painéis e novos núcleos de arte rupestre nas áreas de Alto e Muito Alto potencial por ele exclusivamente indicadas.

A maior exceção ao panorama aqui descrito parece ser a Penascosa, onde se conservaram vestígios rupestres numa vertente orientada a oeste e painéis orientados a NW. A principal razão para isso radicar-se na argumentação já apresentada que defende que a maioria dos motivos pré-magdalenenses localizados no limite da planície aluvial (situação da maioria das rochas gravadas com este tipo de motivo na Penascosa) (Aubry et al., 2010), e mesmo ao longo das vertentes (Rebello e Cordeiro, 1997), tenha estado coberta por depósitos aluviais e de vertente a partir de há 18 000 anos (Mercier et al., 2006), protegendo-os da destruição durante o último Máximo Glaciar, e até há pelo menos 4000-6000 anos no caso da Penascosa (Wachman *apud* Bednarik, 1995, p. 879). À semelhança da rocha 1 do Fariseu, muitas rochas poderão continuar ainda hoje cobertas por sedimentos pré-holocénicos, a jusante da Penascosa.

Esta explicação é fundamental, mas não esclarece a questão da preservação dos motivos mais recentes (tardiglaciares e sidéricos). A sua razão fundamental será o fator tempo. As gravuras tardiglaciares terão menos de metade da idade das pré-magdalenenses. Por outro lado, o facto da Penascosa se localizar na Formação de Pinhão poderá não significar necessariamente uma maior resistência desta formação à biodeterioração superficial (embora tal não seja necessariamente de excluir)¹³, mas é a base para uma diferença fundamental na geomorfologia do Baixo Coa. A área da Penascosa/Quinta da Barca localiza-se na zona da área de estudo onde o vale é mais aberto, verificando-se aqui condições inexistentes noutras áreas do vale, que possibilitam uma maior exposição solar da margem esquerda. Esta exposição é ainda potenciada pelo facto de, localmente, as diáclases medidas apresentarem uma orientação ligeiramente distinta (198 painéis gravados e não gravados apresentam uma média de 23,8° E, com desvio padrão de 13,6) em relação à média da área de estudo (média de 40,5° E, com desvio padrão de 19,2) (fig. 2b e c), o que permite uma melhor exposição solar aos painéis da margem direita nesta área, em relação a áreas mais a norte.

A comparação do comportamento das variáveis nos painéis com motivos paleolíticos da Penascosa, em relação à totalidade do conjunto dos painéis gravados com motivos paleolíticos (quadro 2), demonstra que em termos de proximidade com os cursos de água e inclinação da vertente, ambos os conjuntos têm comportamentos idênticos. Como seria de esperar, a grande diferença entre

¹³ Para esclarecer este ponto será fundamental determinar se as superfícies das formações de Desejosa e Pinhão, ambas preservando motivos rupestres, apresentam características diferenciais ao nível da colonização biológica. Esta questão poderá vir a ser elucidada no contexto da investigação levada a cabo por Joana Teixeira e colegas sobre os líquenes do Vale do Coa e a sua ação sobre as superfícies rochosas.

os dois conjuntos reside na orientação das vertentes. A exposição solar apresenta algumas diferenças, com as rochas da Penascosa a não se situarem nas categorias mais elevadas (por se encontrarem orientadas para W/NW), mas também a evitar as zonas de exposição mínima.

Assim, ao contrário do que poderíamos à primeira vista supor, a preservação dos painéis gravados da Penascosa não nega o modelo, antes confirma a importância da exposição solar. Ela demonstra ainda a importância da inclinação dos suportes na minimização do impacto direto da precipitação e persistência da humidade, que facilitam a capilaridade e influenciam a colonização biológica e consequente deterioração (Marques et al., 2015).

Não deixamos, contudo, de estar aqui numa área no limite das condições de preservação. Um exemplo significativo é a constatação do elevado estado de degradação dos motivos inscritos em superfícies que se afastam da verticalidade (por ex.: painel 1). A situação da rocha 4 é eloquente neste sentido (fig. 7b). Os motivos deste painel distribuem-se por duas superfícies de diáclase com ângulos distintos. Na sua zona inferior, com um ângulo de 89° em contradeclive, a superfície encontra-se em bom grau de preservação, conservando a película sílico-metálica. Isto contrasta com a zona superior do mesmo painel, com um ângulo de 85°, cujas figuras, definidas por largos traços picotados, são já difíceis de distinguir e cuja superfície se encontra fortemente degradada e parcialmente recolonizada por líquenes, apesar ter sido limpa em 1995 de forma a possibilitar o levantamento do painel e a visita pública¹⁴.

O painel 3 da Penascosa apresenta uma situação distinta. Aqui, distinguem-se duas superfícies, não quanto ao seu ângulo (ambos próximos dos 90°), mas quanto à sua posição relativa. A área superior esquerda encontra-se avançada em relação à restante superfície do painel, num típico exemplo de *toppling* (fig. 7c). Se a grande maioria do painel se encontra relativamente bem conservada, a área superior esquerda do plano mais avançado tem a sua superfície quase totalmente destruída, evidenciando os diferentes planos xistosidade e fortemente colonizada por líquenes foliosos.¹⁵ O bloco avançado cria uma pequena área abrigada na área principal do painel, onde a superfície se encontra melhor preservada.

A Penascosa é pois a prova de que em determinadas condições, que minimizem a degradação *biogeoquímica*, que só agora começamos a perceber, será possível identificar motivos gravados com orientações W/NW. Se o controlo tectó-

¹⁴ Esta preservação diferencial da superfície do painel nada tem a ver, como por vezes é referido, com a suposta cobertura sedimentar da zona inferior do painel à época da descoberta, pois o limite dessa cobertura, ainda hoje perceptível, não corresponde ao limite entre as duas áreas com ângulos distintos.

¹⁵ Neste setor verifica-se ainda com maior intensidade o atrás referido a respeito da rocha 4. Apesar de removidos em 1995, os líquenes recolonizaram já quase integralmente esta área.

nico determinou a exposição de superfícies orientadas, ora para NW, ora para SE, foram estas últimas que tiveram melhores condições de preservação.

A maioria dos restantes núcleos da margem esquerda do Coa integram-se no modelo que acabamos de definir e explicam quão simplista será colocarmos a questão que nos ocupa em termos de margens ou de mera orientação das vertentes, pois, com a exceção da Penascosa, a esmagadora maioria dos painéis dos núcleos da margem esquerda do rio (Meijapão, Canada do Amendoal e Broeira) encontra-se orientada para SE. A Broeira é aliás um caso paradigmático, uma vez que, embora seja um sítio justafluvial, localizado na margem esquerda do Coa, ele situa-se em torno da confluência de um ribeiro, cujo curso expôs superfícies de diáclase orientadas para NW (na sua margem direita) e SE (na sua margem esquerda). Ora, a maioria dos painéis paleolíticos preservados neste núcleo da margem esquerda do Coa localiza-se na margem esquerda do ribeiro, tendo exatamente a mesma orientação dos painéis da margem direita do rio (SE). Estilisticamente, nenhum dos motivos paleolíticos destes núcleos deverá pertencer à fase pré-magdalenense. Com a exceção da Penascosa, o único motivo desta fase localizado na margem esquerda do rio localiza-se no canhão granítico da Faia num bloco granítico em contexto abrigado (Faia 7).

Para além da importância que um modelo deste tipo tem na discussão que aqui se apresenta, juntamente com a análise arqueológica da arte rupestre do Vale do Coa, este é também uma ferramenta fundamental para a gestão de um património inscrito na Lista do Património Mundial da UNESCO. Nos anos mais próximos será humanamente impossível prospetar sistematicamente toda a área de 200 km² que constitui a Zona Especial de Proteção do Vale do Coa, e que, nos últimos anos, tem vindo a sofrer uma crescente pressão da exploração vitícola intensiva, que busca exatamente as vertentes com boa exposição solar. Neste panorama, o modelo aqui apresentado poderá funcionar como um guia orientador da prospeção, distinguindo áreas com maior ou menor potencial de preservação de grafismos rupestres. Ele cumpre assim o objetivo anteriormente definido da construção de uma carta de suscetibilidade arqueológica para a arte rupestre do Coa (Luís, 2008), tendo como duplo objetivo o auxílio da gestão de um território – nomeadamente ao nível do futuro plano de ordenamento de parque arqueológico – e da investigação arqueológica.

Em suma, e respondendo de forma direta à pergunta inicial, a arte do Coa concentra-se na margem esquerda do rio Coa (*grosso modo*, em superfícies orientadas para SE) porque teve aí condições geológicas e ambientais mais propícias à sua preservação. Isto não significa que ela não tenha sido inscrita na margem oposta. Esse facto é aliás sugerido pela preservação excecional de motivos plis-tocénicos nessa situação, fruto de condições particulares relacionadas sobretudo com a microtopografia dos afloramentos e a sua cobertura sedimentar perigla-

cial, que minimizaram ou impediram durante milhares de anos a ação de fenómenos como a crioclastia e a colonização biológica dos painéis.

No sentido de compreendermos verdadeiramente o processo de conservação da arte do Coa, falta ainda estudar com maior detalhe os processos de formação e evolução das películas sílico-metálicas e das crostas de meteorização (*weathering rinds*), bem como o seu eventual papel na conservação da arte gravada. Trata-se de uma questão fundamental para a compreensão dos processos de conservação da arte do Coa, que foi apenas aflorada durante a polémica da datação das suas gravuras (Watchman, 1995; Zilhão, 1995; Dorn, 1997; Pope, 2000). De então para cá foi abordada apenas uma vez em relação à conservação (Chauvière et al., 2009), tendo mesmo sido ignorada no contexto num recente estudo sobre os processos naturais de degradação da arte do Coa (Fernandes, 2014)¹⁶. Encontram-se já a decorrer estudos a este respeito, com vista à compreensão destes fenómenos (formação de películas, crostas de meteorização e concreções calcíticas), fundamentais para a compreensão dos processos de evolução das superfícies das diáclases e, por consequência, da conservação da arte do Coa. Este tipo de análise beneficiará do estudo de amostras identificadas em contextos arqueológicos datados. Para além disso, ao nível da perda de placas, será fundamental determinar com exatidão eventuais processos de estilolitização, agora identificados.

O caso da localização atual da arte do Coa lembra-nos que, procurando reconstituir totalidades sociais, a Pré-história tem acesso apenas a uma ínfima parte das materialidades passadas que perdurou até ao presente. Para podermos inferir a partir destes vestígios, teremos forçosamente de perceber os processos que conduziram à formação, evolução e conservação do registo arqueológico, das modificações ambientais e do contexto sedimentar, posteriores à intervenção humana. Inconsciente desses processos, o pré-historiador será um mero construtor de ficções históricas, incapaz de compreender e contribuir para a preservação do património à sua guarda.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a André Santos a leitura e crítica do manuscrito, mantendo-nos integralmente responsáveis pelo que aqui fica expresso. Uma versão preliminar dos resultados que deram origem a este trabalho foi apresentada oralmente na II Mesa Redonda Artes Rupestres da Pré-história e da Proto-história: Estudo, Conservação e Musealização de Maciços Rochosos e Monumentos Funerários

¹⁶ Segundo este autor, incluir este processo como parâmetro para um programa de conservação da arte do Coa seria introduzir uma «excessive and arguably unnecessary complexity» (Fernandes, 2014, p. 83).

(Porto). Esta investigação surge no contexto do Projeto de Investigação Plurianual de Investigação Arqueológica, denominado «Cronologia e paleoambientes da ocupação paleolítica do Vale do Coa», submetido à Direção-Geral do Património Cultural em 2014, e do projeto «PALÆCOA: A transição do Neandertal para o Homem Anatomicamente Moderno no Vale do Coa: ambientes, simbolismo e redes sociais» (PTDC/EPH-ARQ/0326/2014), financiado pela Fundação Ciência e Tecnologia e pelo Programa COMPETE 2020.

BIBLIOGRAFIA

- ABREU, M. S.; BEDNARIK, R. G. (2000) – Fariseu Rock Art Not Archaeologically Dated. *Rock Art Research*. Caulfield South. 17:1, p. 65-68.
- ADAMSON, C.; MCCABE, S.; WARKE, P. A.; MCALLISTER, D.; SMITH, B. J. (2013) – The influence of aspect on the biological colonization of stone in Northern Ireland. *International Biodeterioration & Biodegradation*. Kidlington. 84, p. 357-366. doi: 10.1016/j.ibiod.2012.05.023.
- ADAMO, P.; VIOLANTE, P. (2000) – Weathering of rocks and neogenesis of minerals associated with lichen activity. *Applied Clay Science*. Amesterdão. 16, p. 229-256. doi:10.1016/S0169-1317(99)00056-3.
- AIRES, S.; CARVALHO, C.; NORONHA, F.; RAMOS, J. F.; MOURA, A. C.; SANT'OVAIA, H.; SOUSA, M. (2011) – Os Xistos do «Complexo Xisto-Grauváquico – Grupo do Douro»: Potencial como Recurso Geológico. In *Livro de Actas do VI Seminário Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território*. Vila Real: UTAD. p. 159-165.
- ALTIERI, A.; RICCI, S. (1997) – Calcium uptake in mosses and its role in stone biodeterioration. *International Biodeterioration & Biodegradation*. Kidlington. 40, p. 201-204. doi:10.1016/S0964-8305(97)00047-4.
- ARTHAUD, F.; MATTE, P. (1975) – Les décrochements tardi-Hercyniens du sud-ouest de l'Europe. Géométrie et essai de reconstitution des conditions de la déformation. *Tectonophysics*. Amesterdão. 25, p. 139-171. doi:10.1016/0040-1951(75)90014-1.
- AUBRY, T., ed. lit. (2009) – *200 séculos de história do Vale do Côa: Incursões na vida quotidiana dos caçadores-artistas do Paleolítico*. Lisboa: Igespar, I. 512 p. (Trabalhos de Arqueologia; 52).
- AUBRY, T.; DIMUCCIO, L.A.; BERGADÀ, M. M.; SAMPAIO, J. D.; SELLAMI, F. (2010) – Palaeolithic engravings and sedimentary environments in the Côa River Valley (Portugal): implications for the detection, interpretation and dating of open-air rock art. *Journal of Archaeological Science*. Londres. 37, p. 3306-3319. doi: 10.1016/j.jas.2010.07.033.
- AUBRY, T.; LUÍS, L.; DIMUCCIO, L.A. (2012) – Nature vs. Culture: present-day spatial distribution and preservation of open-air rock art in the Côa and Douro River Valleys (Portugal). *Journal of Archaeological Science*. Londres. 39, p. 848-866. doi: 10.1016/j.jas.2011.10.011.
- AUBRY, T.; SAMPAIO, J. D. (2008) Fariseu: New chronological evidence for open-air Palaeolithic art in the Côa valley (Portugal). *Antiquity*. Cambridge. 82: 316 [em linha]. [Consult. 7 de maio de 2013]. Disponível em WWW: <URL:http://www.antiquity.ac.uk/projgall/aubry316/>.
- AUBRY, T.; SANTOS, A. T.; LUÍS, L. (2014) – Stratigraphies du panneau 1 de Fariseu: analyse structurale d'un système graphique paléolithique à l'air libre de la vallée du Côa (Portugal). In PAILLET, P., ed. lit. – *Les arts de la Préhistoire: micro-analyses, mise en contexte et conservation: Actes du colloque «Micro-analyses et datations de l'art préhistorique dans son contexte archéologique»*, MADAPCA, Paris, 2011. Les Eyzies-de-Tayac: Société des Amis du Musée National de Préhistoire et de la Recherche Archéologique. p. 259-270. (Paléo; numéro spécial).
- AYYAD, M. A. G.; DIX, R. L. (1964) – An analysis of a vegetation-microenvironmental complex on

prairie slopes in Saskatchewan. *Ecological Monographs*. Washington. 34, p. 421-442.

BAHN, P. G. (1997) – *Arqueologia: Uma breve introdução*. Lisboa: Gradiva. 126 p.

BAPTISTA, A. M. (1983) – O complexo de gravuras rupestres do Vale da Casa (Vila Nova de Foz Côa). *Arqueologia*. Porto. 8, p. 57-69.

BAPTISTA, A. M. (2009) – Aspectos da arte magdalenense e tardiglaciária no Vale do Côa. In SANTOS, A. T.; LUÍS, L., ed. lit. – *Do Paleolítico à Contemporaneidade: Estudos sobre a História da Ocupação Humana em Trás-os-Montes, Alto Douro e Beira Interior. Fórum Valorização e Promoção do Património Regional: Actas das Sessões*. Porto: ACDR de Freixo de Numão. Vol. 3, p. 14-31.

BAPTISTA, A. M.; GARCÍA DÍEZ, M. (2002) – L'art paléolithique dans la vallée du Côa (Portugal): la symbolique dans l'organisation d'un sanctuaire de plein air. In SACCHI, D., ed. lit. – *L'art Paléolithique à l'air Libre: Le Paysage Modifié Par L'image*, Tautavel, Campôme, 1999. Saint-Estève: GAEP; GÉOPRE, p. 187-205.

BEDNARIK, R. G. (1995) – The Côa Petroglyphs: an Obituary to the Stylistic Dating of Paleolithic Rock-art. *Antiquity*. Cambridge. 69, p. 877-883.

CABRAL, J. (1985) – *Estudos de neotectónica em Trás-os-Montes oriental*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. 124 p.

CABRAL, J. (1995) – *Neotectónica em Portugal Continental*. Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro 265 p. (Memórias; 31).

CANEVA, G.; NUGARI, M. P.; SALVADORI, O. (1991) – *Biology in the conservation of works of art*. Rome: ICCROM. 182 p.

CHAUVIÈRE, F.-X.; TYMULA, S.; CALAME, A.; DECHANEZ, I. (2009) – Conservation et évolution des surfaces rocheuses gravées et piquetées de la Vallée du Côa: les données du projet «Quinta da Barca Sul». In AUBRY, T., ed. lit. – *200 Séculos de História do Vale do Côa: Incursões na Vida Quotidiana dos Caçadores-artistas do Paleolítico*. Lisboa: Igespar, I. P. p. 443-477. (Trabalhos de Arqueologia; 52).

CUNHA, P. P.; PEREIRA, D. I. (2000) – Evolução Cenozóica da área de Longroiva-Vilarica (NE Portugal). *Ciências da Terra*. Lisboa. 14, p. 91-100.

DOEHNE, E.; PRICE, C. A. (2010) – *Stone conservation: An overview of current research*. Los Angeles: Getty Conservation Institute. 158 p.

DORN, R. I. (1997) – Constraining the Age of the Côa Valley (Portugal) Engravings with Radiocarbon Dating. *Antiquity*. Cambridge. 71, p. 105-115.

FERNANDES, A. P. B. (2007) – The Conservation Programme of the Côa Valley Archaeological Park: Philosophy, Objectives and Action. *Conservation and Management of Archaeological Sites*. Londres. 9:2, p. 71-96. doi: 10.1179/175355208X381822.

FERNANDES, A. P. B. (2012) – Orientação da arte rupestre do vale do Côa: um caso de estudo na distribuição espacial da arte paleolítica ao ar livre. In SANCHES, M. J., ed. lit. – *Atas Da 1.ª Mesa-Redonda: Artes Rupestres da Pré-História e da Proto-História: Paradigmas e Metodologias de Registo*. Lisboa: DGPC. p. 261-271. (Trabalhos de Arqueologia; 54).

FERNANDES, A. P. M. B. (2014) – *Natural Processes in the Degradation of Open-Air Rock-Art Sites: An urgency intervention scale to inform conservation: The case of the Côa Valley world heritage site, Portugal*. Oxford: Archaeopress. 311 p. (BAR International Series; 2609).

FERREIRA, A. B. (1978) – *Planaltos e montanhas do norte da Beira: Estudo de geomorfologia*. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos. 374 p.

GARCÍA DÍEZ, M.; AUBRY, T. (2002) – Grafismo mueble en el Valle del Côa (Vila Nova de Foz Côa, Portugal): la estación arqueológica de Fari-seu. *Zephyrus*. Salamanca. 55, p. 157-182.

GARCÍA DÍEZ, M.; LUÍS, L. (2003) – José Alcino Tomé e o último ciclo artístico rupestre do Vale do Côa: um caso de etnoarqueologia. *Estudos Pré-Históricos*. 10-11, p. 199-223.

HALL, K.; THORN, C.; SUMNER, P. (2012) – On the persistence of 'weathering'. *Geomorphology*. Amsterdão. 149-150, p. 1-10. doi: 10.1016/j.geomorph.2011.12.024.

HANCOCK, P. L. (1985) – Brittle microtectonics: principles and practice. *Journal of Structural Geology*. Kidlington. 7, p. 437-457. doi:10.1016/0191-8141(85)90048-3.

HERRERA, L. K.; ARROYAVE, C.; GUIAMET, P.; DE SARAVIA, S. G.; VIDEA, H. (2004) – Biodegradation of peridotite and other constructional materials in a building of the Colombian cultural

- heritage. *International Biodeterioration & Biodegradation*. Kidlington. 54, p. 135-141. doi:10.1016/j.ibiod.2004.06.001.
- ISAAC, G. L. (1968) – Traces of Pleistocene Hunters: An East African Example. In LEE, R. B.; DEVORE, I., ed. lit. – *Man the Hunter*. New York: Aldine de Gruyter.
- JABALOY, A.; GALINDO-ZALDÍVAR, J.; GONZÁLEZ-LODEIRO, F. (2002) – Palaeo-stress evolution of the Iberian Peninsula (Late Carboniferous to present-day). *Tectonophysics*. Amesterdão. 347, p. 159-186. doi:10.1016/S0040-1951(02)00367-0.
- JUDGE, W. J.; SEBASTIAN, L., ed. lit. (1988) – *Quantifying Present and Predicting the Past: Theory, Method, and Application of Archaeological Predictive Modeling*. Denver: U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management Service Center. 669 p.
- LORBLANCHET, M. (1995) – *Les grottes ornées de la préhistoire: Nouveaux regards*. Paris: Ed. Errance. 287 p.
- LUÍS, L. (2008) – A construção da carta arqueológica do PAVC: A sua importância para a investigação e gestão do património do Vale do Côa. In LUÍS, L.; PINTO, M., ed. lit. – *Investigar e Valorizar o Património. Fórum Valorização e Promoção do Património Regional: Actas das Sessões*. Porto: ACDR de Freixo de Numão. Vol. 2, p. 52-63.
- MARCIENTE, R. (2010) – *A ocupação de troncos de sub-bosque por briófitas e líquens é determinada pela orientação geográfica de vertentes?* [em linha]. Relatório do curso em Ecologia da Floresta Amazônica, Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais. [Consul. 7 de maio de 2013]. Disponível em WWW <URL: http://pdbff.inpa.gov.br/cursos/efa/livro/2010/pdf/individuais/relat_final_rodrigo_edit.pdf>.
- MARQUES, J. M. M. (2013) – *A framework for assessing the vulnerability of exposed schist surfaces to lichen-induced weathering in the Upper Douro region (NE Portugal)*. Porto: FCUP. Tese de Doutoramento em Biologia.
- MARQUES, J.; GONÇALVES, J.; OLIVEIRA, C.; ALMEIDA, R.; PRIETO, B. (2013) – Evaluation of lichen-induced weathering of exposed schist surfaces under contrasting microclimates. In MARQUES, J. – *A framework for assessing the vulnerability of exposed schist surfaces to lichen-induced weathering in the Upper Douro region (NE Portugal)*. p. 263-300. Porto: FCUP. Tese de Doutoramento em Biologia. 306 p.
- MARQUES, J.; HESPAÑHOL, H.; PAZ-BERMÚDEZ, G.; ALMEIDA, R. (2014) – Choosing between sides in the battle for pioneer colonization of schist in the Côa Valley Archaeological Park: a community ecology perspective. *Journal of Archaeological Science*. Londres. 45, p. 196-206. doi: 10.1016/j.jas.2014.02.021.
- MARQUES, J.; VÁZQUEZ-NION, D.; PAZ-BERMÚDEZ, G.; PRIETO, B. (2015) – The susceptibility of weathered versus unweathered schist to biological colonization in the Côa Valley Archaeological Park (north-east Portugal). *Environmental Microbiology*. Malden. 17:5, p. 1805-1816. doi: 10.1111/1462-2920.12642.
- MARQUES, J.; SCHULTZ, M.; PAZ-BERMÚDEZ, G. (2013) – A *Peltula* Nyl. diversity hotspot in north-east Portugal, with one species new to science and three species new to mainland Europe. *The Lichenologist*. Cambridge. 45:04, p. 483-496. doi: 10.1017/S0024282913000261.
- MARQUES, F. O.; MATEUS, A.; TASSINARI, C. (2002) – The Late-Variscan fault network in central-northern Portugal (NW Iberia): a re-evaluation. *Tectonophysics*. Amesterdão. 359, p. 255-270. doi:10.1016/S0040-1951(02)00514-0.
- MERCIER, N.; VALLADAS, H.; AUBRY, T.; ZILHÃO, J.; JORONS, J.-L.; REYSS, J.-L.; SELLAMI, F. (2006) – Fariseu: First confirmed open-air Palaeolithic parietal art site in the Côa Valley (Portugal). *Antiquity*. Cambridge. 80: 310 [em linha]. [Consul. 4 de março de 2013]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.antiquity.ac.uk/projgall/mercier/>>.
- MOREIRA, N.; BÚRCIO, M.; DIAS, R.; COKE, C. (2010) – Partição da deformação Varisca nos sectores de Peso da Régua e Vila Nova de Foz Côa (Autóctone da Zona Centro Ibérica). *Comunicações Geológicas*. Lisboa. 97, p. 147-162.
- PEREIRA, D. M. I. (1997) – *Sedimentologia e estratigrafia do Cenozóico de Trás-os-Montes Oriental (NE Portugal)*. Braga: Universidade do Minho. Tese de doutoramento. 341 f.
- PHILLIPS, F. M.; FLINSCH, M.; ELMORE, D.; SHARMA, P. (1997) – Maximum Ages of the Côa Valley (Portugal) Engravings Measured with Chlorine-36. *Antiquity*. Cambridge. 71, p. 100-104.

- POPE, G. A. (2000) – Weathering of Petroglyphs: Direct Assessment and Implications for Dating Methods. *Antiquity*. Cambridge. 74, 833-843.
- RATTAZZI, A.; ROMÃO, P. S. (1994) – A biodegradação do granito nos monumentos megalíticos: a acção dos líquenes. *Estudos Pré-históricos*. Viseu. 2, 343-347.
- REBELO, F.; CORDEIRO, A. M. R. (1997) – A geomorfologia e a datação das gravuras de Foz Côa: Metodologia e desenvolvimento de um caso de investigação científica. *Finisterra*. Coimbra. 32, p. 95-105.
- REIS, M. (2012a) – Prospeccção da arte rupestre do Côa: ponto da situação em Maio de 2009. In RODRIGUES, M. A.; LIMA, A. C.; SANTOS, A. T., ed. lit. – *Congresso de Arqueologia Interior Norte e Centro de Portugal, 5, Vila Nova de Foz Côa, 2009*. Casal de Cambra: Caleidoscópio; DRCN. p. 11-123.
- REIS, M. (2012b) – «Mil rochas e tal...!»: Inventário dos sítios de arte rupestre do Vale do Côa. *Portugália*. Porto. 33, p. 5-72.
- REIS, M. (2014) – «Mil rochas e tal...!»: Inventário dos sítios de arte rupestre do Vale do Côa: Conclusão. *Portugália*. Porto. 35, p. 17-59.
- RIBEIRO, A. (1974) – *Contribution à l'étude tectonique de Trás-os-Montes oriental*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal. 168 p. (Memórias; 24).
- RIBEIRO, A. (1981) – A geotraverse through the Variscan fold belt in Portugal. In ZWART, H. J.; DORNSIEPEN, U. F., ed. lit. – *The Variscan Orogeny in Europe. Geologie en Mijnbouw*. Ede. 60, p. 41-44. Número especial.
- RIBEIRO, A.; ANTUNES, M. T.; FERREIRA, M. P.; ROCHA, M. P.; SOARES, A. F.; ZBYSZEWSKI, G.; MOITINHO DE ALMEIDA, F.; CARVALHO, D.; MONTEIRO, J. H. (1979) – *Introduction à la géologie générale du Portugal*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal. 114 p.
- RIBEIRO, A.; BAPTISTA, R.; CABRAL, J.; MATIAS, L. (1996) – Tectonic stress pattern in Portugal Mainland and the adjacent Atlantic region (West Iberia). *Tectonics*. Washington. 15, p. 641-659.
- RIBEIRO, M. L. (2001) – *Carta geológica simplificada do Parque Arqueológico do vale do Côa*. Vila Nova de Foz Côa: Parque Arqueológico do Vale do Côa. 72 p.
- RIBEIRO, O.; LAUTENSACH, H.; DAVEAU, S. (1991) – *Geografia de Portugal: A Posição Geográfica e o Território*. Lisboa: Ed. João Sá da Costa. vol. 1.
- RIBEIRO, O.; LAUTENSACH, H.; DAVEAU, S. (1994) – *Geografia de Portugal: O Ritmo climático e a paisagem*. Lisboa: Ed. João Sá da Costa. vol. 2, p. 337-623.
- ROCKWELL, T.; FONSECA, J.; MADDEN, C.; DAWSON, T.; OWEN, L. A.; VILANOVA, S.; FIGUEIREDO, P. (2009) – Palaeoseismology of the Vilarica Segment of the Manteigas-Bragança Fault in northeastern Portugal. *Geological Society Special Publications*. Londres. 316, p. 237-258.
- RODRIGUES, J. D. (1999) – *Conservation of the Rock Art of the Côa Valley Archaeological Park (PAVC) (Proc. 052/1/13885)*. Lisboa: LNEC. 41 p.
- RODRIGUES, J. D. (2003) – Histórias com água e pedras: Nem sempre mole, nem sempre duras. In *A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos*. Coimbra: Imprensa da Universidade. p. 419-436.
- SAATY, T. (1990) – *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. Pittsburgh: RWS Publications. 287 p.
- SAATY, T. (1994) – *Fundamentals of decision making and priority theory with analytic hierarchy process*. Pittsburgh: RWS Publications. 478 p.
- SAATY, T.; VARGAS, L. G. (2001) – *Models, methods, concepts and applications of the analytic hierarchy process*. Boston: Kluwer Academi. 345 p.
- SANCHES, M. D. J., ed. lit. (2012) – Debate. Sessão 2. In *Mesa-Redonda: Artes Rupestres da Pré-História e da Proto-História: Paradigmas e Metodologias de Registo, 1, Vila Nova de Foz Côa, 2010*. Lisboa: DGPC. p. 125-136. (Trabalhos de Arqueologia; 54).
- SANTOS, A. T. (2012) – Reflexões sobre a arte paleolítica do Côa: a propósito da superação de uma persistente dicotomia conceptual. In SANCHES, M. J., ed. lit. – *Mesa-Redonda: Artes rupestres da Pré-História e da Proto-História: paradigmas e metodologias de registo, 1, Vila Nova de Foz Côa, 2010*. Lisboa: DGPC. p. 39-68. (Trabalhos de Arqueologia; 54).
- SANTOS, J. G. (2005) – *As bacias de Mirandela, Macedo de Cavaleiros e de Vilarica-Longroiva: Estudo de geomorfologia*. Coimbra: FLUC. Tese de doutoramento. 539 p.

- SILVA, A. F. da; RIBEIRO, M. L. (1991) – *Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000: Notícia explicativa da folha 15-A: Vila Nova de Foz Côa*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal. 52 p.
- SOUSA, M. B. de (1982) – *Litostratigrafia e Estrutura do «Complexo Xisto-Grauwáquico ante-Ordovício»: Grupo do Douro (Nordeste de Portugal)*. Coimbra: FCTUC. Tese de Doutoramento. 222 p.
- SYERS, J. K.; ISKANDAR, I. K. (1973) – Pedogenetic significance of lichens. In AHMADJIAN, V.; HALE, M. E., ed. lit. – *The Lichens*. New York: Academic Press. p. 225-248.
- VERHAGEN, P. (2007) – *Case studies in Archaeological Predictive Modelling*. Leiden: Leiden University Press. 223 p.
- VICENTE, G. De; CLOETINGH, S.; WEES, J. D. Van; CUNHA, P. P. (2011) – Tectonic classification of Cenozoic Iberian foreland basins. *Tectonophysics*. Amsterdam. 502, p. 38-61.
- WARREN, R. E.; ASCH, D. L. (2005) – A Predictive Model of Archaeological Site Location in the Eastern Prairie Peninsula. In WESTCOTT, K. L.; BRANDON, R. J., ed. lit. – *Practical Applications of GIS for Archaeologists: a Predictive Modeling Kit*. Philadelphia: Taylor & Francis e-Library. p. 6-36.
- WATCHMAN, A. (1995) – Recent Petroglyphs, Foz Côa, Portugal. *Rock Art Research*. Caulfield South. 12, p. 104-108.
- WATCHMAN, A. (1996) – A Review of the Theory and Assumptions in the AMS Dating the Foz Côa Petroglyphs, Portugal. *Rock Art Research*. Caulfield South. 13, p. 21-30.
- WHEATLEY, D.; GILLINGS, M. (2002) – *Spatial Technology and Archaeology: The archaeological applications of GIS*. New York: Taylor & Francis. 269 p.
- ZILHÃO, J. (1995) – The Age of the Côa Valley (Portugal) Rock-Art: Validation of Archaeological Dating to the Palaeolithic and Refutation of «Scientific» Dating to Historic or Proto-Historic Times. *Antiquity*. Cambridge. 69, p. 883-901.